

**Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Astronomical Observatory**

**Astronomy and Space Physics  
in Kyiv University**

**Book of abstracts**

**International Conference**

**Kyiv, Ukraine  
May 24–27, 2016**

## ***Scientific Organizing Committee (SOC)***

***Chair: V. Martyniuk*** (Ukraine)

***Vice-chairs: V. Efimenko*** (Ukraine),

***Conference Secretary: I. Luk'yanyk*** (Ukraine)

### ***Scientific Committee Members:***

**V. Ivchenko** (Ukraine), **K. Churyumov** (Ukraine), **B.Hnatyk** (Ukraine),  
**Yu. Izotov** (Ukraine), **I. Karachentsev** (Russia), **R. Kostyk** (Ukraine),  
**V. Kleshchonok** (Ukraine), **V. Lozitsky** (Ukraine), **G. Milinevsky**  
(Ukraine), **S. Parnovsky** (Ukraine), **Ya. Yatskiv** (Ukraine), **V. Zhdanov**  
(Ukraine)

## ***Local Organizing Committee (LOC)***

***Chair: V. Efimenko*** (Ukraine)

***Vice-chair: I. Luk'yanyk*** (Ukraine)

### ***Local Committee Members:***

**O. Botygina, A. Grytsai, N. Kovalenko O. Fedorova, V.**  
**Ponomarenko, A. Mozgova, V. Sliusar,**

***Secretary: V. Danylevsky*** (Ukraine),

**E-mail: [conf2016@observ.univ.kiev.ua](mailto:conf2016@observ.univ.kiev.ua)**

### ***Place of meeting:***

**Astronomical observatory of Taras Shevchenko National University of  
Kyiv, Observatorna str., 3**

**Пленарне засідання**

**Plenary Session**

## Унікальний експеримент в космосі: результати дослідження ядра комети Чурюмова-Герасименко апаратами Розетта і посадковим модулем Філі

Чурюмов К.І.

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[klimchur@ukr.net](mailto:klimchur@ukr.net)

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 Світлоною Герасименко.

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 —  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ , [ацетон](#) —  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ , метилізоціанат —  $\text{CH}_3\text{NCO}$  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 67 P / Чурюмова-Герасименко складається на ~75 процентов пилу и ~25 процентов криги. Космічний апарат "Розетта" виявив у хмарі газу навколо ядра комети Чурюмова-Герасименко несподівано велику кількість молекул кисню  $\text{O}_2$ , 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, поступаючись 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 СО вказує не тільки на фазу формування N<sub>2</sub>, 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 x 2.5 x 2.0 км. Період обертання ядра 12,4043 годин.

Маса ядра  $\approx 10^{13}$  кг. Об'єм = 25 км<sup>3</sup>. Густина = 0,52 г/см<sup>3</sup>. Швидкість виділення водяної пари: [Q] H<sub>2</sub>O = 300 мл / сек (червень 2014); [Q] H<sub>2</sub>O = 1-5 л / сек (липень-серпень 2014); [Q] H<sub>2</sub>O = 300 кг/сек (серпень 2015). Температура поверхні 205-230K (липень-серпень 2014). Підповерхневі температури 25-160K (серпень 2014). Відношення напівважкої води до звичайної DHO/H<sub>2</sub>O = 5.3 × 10<sup>-4</sup>, що більше ніж в тричі ніж в земних океанах. Індукція магнітного поля в плазмовому хвості комети B $\approx$ 100 нТ. 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 розташовані в районі перемички, що з'єднує меншу частину (голову) з більшою (тулубом). Висловлено припущення, що в ядрі комети Чурюмова-Герасименко можлива присутність мікроорганізмів?

Атмосфера навколо ядра комети утворюється з викидів газу і пилу численними джетами (струменями), великі і потужні з яких розташовані в районі перемички, що з'єднує меншу частину (голову) з великим (тулубом).

**From meteors to GRBs and beyond – wide-field search for rapid**

## optical transients

G.Beskin<sup>1,2</sup>, A.Biryukov<sup>2,3</sup>, S.Bondar<sup>4</sup>, E.Ivanov<sup>4</sup>, S.Karpov<sup>1,2</sup>,  
E.Katkova<sup>4</sup>, N.Orekhova<sup>4</sup>, A.Perkov<sup>4</sup>, V.Sasyuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Special Astrophysical Observatory of Russian Academy of Sciences,  
Russia

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Russia

<sup>3</sup>Sternberg Astronomical Institute of Moscow State University, Russia

<sup>4</sup>Institute for Precise Instrumentation, Russia

[beskin@sao.ru](mailto:beskin@sao.ru)

Here we report an ongoing efforts for an untriggered search of rapid optical transients of various astrophysical and non-astrophysical origins on time scales down to fractions of a second with Mini-MegaTORTORA. The Mini-MegaTORTORA (MMT-9) system is a novel multi-purpose wide-field monitoring instrument built for and owned by the Kazan Federal University, presently operated under an agreement between Kazan Federal University and Special Astrophysical Observatory, Russia.

It includes a set of nine individual channels installed in pairs on five equatorial mounts. Every channel has a celostate mirror installed before the Canon EF85/1.2 objective for a rapid (faster than 1 second) adjusting of the objective direction in a limited range (approximately 10 degrees to any direction). This allows for either mosaicking the larger field of view, or for pointing all the channels in one direction. In the latter regime, a set of color (Johnson's B, V or R) and polarimetric (three different directions) filters may be inserted before the objective to maximize the information acquired for the observed region of the sky (performing both three-color photometry and polarimetry).

The channels are equipped with an Andor Neo sCMOS detector having 2560x2160 pixels 6.4um each. Field of view of a channel is roughly 9x11 degrees with angular resolution of roughly 16" per pixel. The detector is able to operate with exposure times as small as 0.03 s, in our work we use 0.1 s exposures providing us with 10 frames per second.

The Mini-MegaTORTORA (MMT-9) instrument is operational since Jun 2014 and shows the performance close to the expected. We hope it will be useful for studying various phenomena on the sky, both astrophysical and artificial in origin. We expect it to be useful for studying faint meteoric streams crossing Earth orbit, for detecting new comets and asteroids, for

finding flashes of flaring stars and novae, studying variable stars of various classes, detecting transits of exoplanets, searching for bright supernovae and optical counterparts of gamma-ray bursts.

The novelty of the MMT-9 is its ability to re-configure itself from a wide-field to narrower-field instrument, which may open new ways of studying the sky, as it may, in principle, autonomously perform thorough study of objects it discovers - to simultaneously acquire three-color photometry and polarimetry of them.

Here we present first results of its operation.

### **Ultra-Flat Galaxies Selected from RFGC Catalog. The Sample Properties and Orbital Estimates of Halo Masses**

I. D. Karachentsev<sup>1</sup>, V. E. Karachentseva<sup>2</sup>, Yu. N. Kudrya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences,  
Russia

<sup>2</sup>Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of  
Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of  
Kyiv, Ukraine

We used the Revised Flat Galaxy Catalog (RFGC) to create a sample of ultra-flat galaxies (UFG) covering the whole northern and southern sky apart from the Milky Way zone. It contains 817 spiral galaxies seen edge-on, selected into the UFG sample according to their apparent axial ratios  $(a/b)_B \geq 10.0$  and  $(a/b)_R \geq 8.53$  in the blue and red bands, respectively. Within this basic sample we fixed an exemplary sample of 441 UFG galaxies having the radial velocities of  $V_{LG} < 10000 \text{ km s}^{-1}$ , Galactic latitude of  $|b| > 10^\circ$  and the blue angular diameter of  $a_B > 1'$ . According to the Schmidt test the exemplary sample of 441 galaxies is characterized by about (80–90)% completeness, what is quite enough to study different properties of the ultra-flat galaxies. We found that more than 3/4 of UFGs have the morphological types within the narrow range of  $T = 7 \pm 1$ , i.e. the thinnest stellar disks occur among the Scd, Sd, and Sdm types. The average surface

brightness of UF galaxies tends to diminish towards the flattest bulge-less galaxies. Regularly shaped disks without signs of asymmetry make up about 2/3 both among all the RFGC galaxies, and the UFG sample objects. About 60% of UF galaxies can be referred to dynamically isolated objects, while 30% of them probably belong to the scattered associations (filaments, walls), and only about 10% of them are dynamically dominating galaxies with respect to their neighbours.

Our inspection of the neighbouring galaxies around them revealed only 30 companions with radial velocity difference of  $|\Delta V| < 500 \text{ km s}^{-1}$  inside the projected separation of  $R_p < 250 \text{ kpc}$ . Wherein, the wider area around the UF galaxy within  $R_p < 750 \text{ kpc}$  contains no other neighbours brighter than the UF galaxy itself in the same velocity span. The resulting sample galaxies mostly belong to the morphological types Sc, Scd, Sd. They have a moderate rotation velocity curve amplitude of about  $120 \text{ km s}^{-1}$  and a moderate K-band luminosity of about  $10^{10} L_{\text{Sun}}$ . The median difference of radial velocities of their companions is  $87 \text{ km s}^{-1}$ , yielding the median orbital mass estimate of about  $5 \cdot 10^{11} M_{\text{Sun}}$ . Excluding six probable non-isolated pairs, we obtained a typical halo-mass-to-stellar-mass of UF galaxies of about 30, what is almost the same one as in the principal spiral galaxies, like M31 and M81 in the nearest groups. We also note that ultra-flat galaxies look two times less “dusty” than other spirals of the same luminosity.

### **The small-scale magnetic activity of the quiet Sun**

N.G. Shchukina

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str.,  
03680 Kyiv, Ukraine

[shchukin@mao.kiev.ua](mailto:shchukin@mao.kiev.ua)

In the first part of this talk we provide a brief review on the quiet Sun magnetic fields seen by the “Zeeman eyes”. In the second part of the talk, we present investigations aimed at determining the magnetization of the quiet Sun photosphere from the Hanle effect in atomic and molecular lines.



The latter investigations indicate that the bulk of the quiet solar photosphere is significantly magnetized, due to the ubiquitous presence of an unresolved magnetic field with an average strength  $\langle B \rangle = 130$  G. This "hidden" field must be much stronger in the intergranular regions of solar surface convection than in the granular regions. In fact, the ensuing magnetic energy density is so significant that the energy flux turns out to be substantially larger than that required to balance the chromospheric energy losses. This new finding provides the clue for understanding how the outer solar atmosphere is energized.

### **Motion of massive bodies and the gravitational radiation**

V.I. Zhdanov

Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of  
Kyiv, Ukraine

We consider qualitative aspects of the problem of motion of massive bodies in General Relativity and related subjects on the gravitational radiation. Special attention is given to the effects of heredity in functional-differential equations of motion in a direct form, which arise due to the so called "tail terms" and the retardation of interactions. An approximation method is proposed that enables to reduce the problem to the ordinary differential equations of motion. Relevance of the PN-approximations and the other approximation methods to the explanation of the famous results of detection of the gravitational wave signal with the LIGO system is discussed.

**Астрофізика,  
гравітація та космологія**

**Astroparticle Physics,  
Gravitation and Cosmology**

## **Time delay of critical images in the vicinity of a gravitational lens cusp point**

A.N. Alexandrov, V.I. Zhdanov

Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of  
Kyiv, Ukraine

[ValeryZhdanov@gmail.com](mailto:ValeryZhdanov@gmail.com)

The time delay is the only dimensional measurable characteristic of the gravitational lens system (GLS). It contains important information including cosmological one that is difficult to obtain from other observations. Of particular interest are four-image macro lenses, where the image configuration allows us to estimate the location of the source with respect to the GLS caustic. Here we consider approximate analytical formulas for the time-delay of critical images in the neighborhood of a cusp. We find formulas of the zero, first and second approximations in powers of the proximity parameter. These formulas link the time delay with the parameters of the lens potential. The relations found are illustrated by the example of a simple lens model.

## **The Cherenkov Telescope Array: Muon Simulations**

V.V. Beshley

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and  
Mathematics, NAS of Ukraine,

Lviv, Ukraine

[beshley.vasyl@gmail.com](mailto:beshley.vasyl@gmail.com)

The Cherenkov Telescope Array (CTA) is a new generation ground-based Cherenkov telescopes (<https://portal.cta-observatory.org/Pages/Home.aspx>). This observatory will be dedicated to the very high-energy gamma-ray astrophysics in the energy range 20 GeV to 300 TeV. The CTA will consist of two sites in northern and southern hemisphere arrays. The first site will include 4 large-size telescopes and 15 medium-size telescopes, whereas the second site will include 4 large-size telescopes, 24 medium-size telescopes and 72 small-size telescopes. In the work we present our muon simulations for calibration of the CTA.

## **Qualitative cosmological evolution in a hydrodynamical model with a nonlinear equation of state**

S.S. Dylida, V.I. Zhdanov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine  
ValeryZhdanov@gmail.com

We study a global qualitative behavior of the scale factor and energy density in homogeneous isotropic cosmology with a general barotropic equation of state (EOS). We weaken conditions on EOS as compared with [Jenkovszky et al., Phys. Rev. D 90, 023529 (2014)] to include the cases with two or more points of zero enthalpy. Our consideration involves scenarios with an exponential inflation, analogs of the Big Rip in the future and in the past, singularity free solutions and oscillating Universes. Some analytic examples have been considered; we found the scalar field analogs to hydrodynamical models in question.

## **Intensity of galactic cosmic rays in the early Sun epoch**

Yu.I. Fedorov, B.A. Shakhov, Yu.L. Kolesnyk

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
fedorov@mao.kiev.ua

It is known that in the distant past the solar wind mass flux was significantly greater, the rotational velocity of the Sun was higher and the solar magnetic field was stronger than in the case today. These effects lead to increasing of cosmic ray modulation volume as well as to enhancement of cosmic ray scattering in the heliospheric magnetic fields in the past. The process of the heliospheric modulation of galactic cosmic ray intensity is investigated on the basis of transport equation solution. The spatial-energetic distributions of cosmic rays in the present epoch and in the past are analyzed. It is shown that the particle density and the cosmic ray energy density in the Solar system were considerably reduced in the remote past.

The low energy particles of galactic origin have experienced especially rigorous intensity modulation in the early heliosphere.

## On the quantization of black holes

V.D. Gladush

Oles Honchar [Dnipropetrovs'k National University](https://www.dnupetrovo.ua/), Dnipropetrovs'k,  
Ukraine  
[vgladush@gmail.com](mailto:vgladush@gmail.com)

In order to construct a quantum model of black hole (BH), we introduce a modified description of classical space-time BH (the Schwarzschild solution). We develop the Lagrangian formalism of the vacuum gravitational field in spherically symmetric space-time  $D = D_- \diamond D_+$ , divided on the two regions,  $D_-$  and  $D_+$  (R- and T- regions). Metrics of the regions  $D_-$  and  $D_+$  is taken in the scale-invariant form:

$$D_- : ds_-^2 = \frac{R_g^2}{4} \frac{d\eta_-^2}{-u_-} e^{\rho_-} - \frac{n_- - u_-}{n_- + u_-} dx_-^2 - (n_- + u_-) d\sigma^2,$$

$$D_+ : ds_+^2 = \frac{R_g^2}{4} \frac{d\eta_+^2}{+n_+} e^{\rho_+} - \frac{u_+ + n_+}{u_+ - n_+} dx_+^2 - (u_+ + n_+)^2 d\sigma^2,$$

where  $u_- = u_-(\eta_-)$ ,  $n_- = n_-(\eta_-)$ ,  
 $u_+ = u_+(x_+)$ ,  $n_+ = n_+(x_+)$ ,  $x_-^0 = (R_g/2)\eta_-$ ,  $r_- = (R_g/2)x_-$ .  
The Hilbert-Einstein action after dimensional reduction and elimination of the divergent term is written in the form  $S = \int L_- d\eta_- + \int L_+ dx_+$ , where

$$L_- = \frac{1}{\chi} \left( \frac{R_g^2}{4} \frac{d\eta_-^2}{-u_-} e^{-\rho_-/2} + e^{\rho_-/2} \right), \quad L_+ = \frac{1}{\chi} \left( \frac{R_g^2}{4} \frac{d\eta_+^2}{+n_+} e^{-\rho_+/2} + e^{\rho_+/2} \right).$$

Variations  $L_-$  and  $L_+$  by  $\rho_\diamond$  lead to the constraints. By imposing gauge conditions  $e^{\rho_\diamond/2} = 1$ , we construct the mass function and the Hamiltonian function, the latter on the solutions vanishes. Note that their Poisson bracket vanishes as well. We construct the Hamiltonian operator  $\hat{H}$ , and mass operator  $\hat{M}$ , in the minisuperspace. It turns out that  $\hat{H}, \hat{M} = \lambda \hat{H}$ , thus  $\hat{H}, \hat{M} \Psi = 0$  on the solutions of quantum equations  $\hat{H}\Psi = 0$ . The Eigen functions of the mass operator ( $\hat{M}\Psi = m\Psi$ ) are sought together with a solution of equation  $\hat{H}\Psi = 0$ ; wherefore we construct a solution of the compatibility conditions these equations. Regularity conditions of the BH wave functions in  $D_-$  and of decrease at infinity in  $D_+$  lead to the solutions:

$$D_- : \Psi_- = C_- \sqrt{\frac{\xi_-}{2-\eta_-}} I_1 \left( 2a \sqrt{\xi_- (2-\eta_-)} \right), \quad \xi_- = u_- - n_-, \quad \eta_- = u_- + n_-.$$

$$D_+ : \Psi_+ = C_+ \sqrt{\frac{\xi_+}{2-\eta_+}} K_1 \left( 2a \sqrt{\xi_+ (2-\eta_+)} \right), \quad \xi_+ = u_+ - n_+, \quad \eta_+ = u_+ + n_+.$$

Here  $I_1(z)$ ,  $K_1(z)$  are Bessel functions of imaginary argument,  $C_-$  and  $C_+$  are normalizing constants. The matching conditions lead to characteristic equation on the parameter  $a = \kappa m^2 / 2c\hbar$  describing the spectrum of BH.

## The method for solving various problems of Cosmic Ray modulation

Yu.L.Kolesnyk, B.A.Shakhov

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

We offer the further development of analytically-iterative method for solving steady-state as well as unsteady problems of Cosmic Ray (CR) modulation. Iterations for the problem solutions are constructed in the spherically symmetric form of CR propagation equation. The main solution of the considered problem consists of the zero order solution that is obtained during initial iteration and amendments that may be received by subsequent iterations. The finding of the zero order solution is based on the CR isotropy during their propagation in the space while anisotropy is already taken into account when finding the next amendments.

For a start, the method for a problem solution of CR modulation where the diffusion coefficient,  $\kappa_0$  and the solar wind speed,  $u$  are constants with LIS spectrum that has the form  $Cp^{-\alpha}$  and CR modulation size,  $r_0$  was examined. The testing of the obtained solution that has two iterations was done by an analytical solution and solutions that were obtained by the numerical methods such as Crank-Nicolson and Monte-Carlo backward in time method. Finally, solutions that have only one iteration for two problems of CR modulation with  $u=\text{const}$  and the same LIS spectrum form were obtained and tested by numerical solutions. For the first problem,  $\kappa$  was proportional to momentum of the particle,  $p$  so it has the form  $\kappa = \kappa_0 \eta$ , where  $\eta = p/mc$ . For the second problem, the diffusion coefficient was given in a form  $\kappa = \kappa_0 \beta \eta$ , where  $\beta = v/c$  is the particle speed relative to the speed of light. It has been shown the good matching of the obtained solutions with numerical solutions as well as with the analytical solution for problem where  $\kappa_0=\text{const}$ .

We think that the obtained solutions by this method can be regarded as analytical solutions of the considered problems for cases when a modulation parameter,  $ur_0/\kappa_0$  is not too large.

## **Zeeman effect at magnetorotational explosive nucleosynthesis**

V.N. Kondratyev

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine  
[vkondrat@univ.kiev.ua](mailto:vkondrat@univ.kiev.ua)

Nuclear densities exceeding normal values arise at core-collapse supernovae (SNe) events and can be achieved in heavy ion collisions. Accompanying strong magnetization is considered as noticeable pressure component for an explosion. Nuclides produced in such processes contain information on matter structure and explosion mechanisms. In this contribution we analyze possibilities for radionuclides to probe the internal regions of respective sites (cf. V.N. Kondratyev, *Phys. At. Nucl.* **75**. 1442 (2012), *EPJ A* **50**, 7 (2014) and refs. therein): SNe, Transmutation Facilities (e.g., Accelerator-Driven System). Magnetic modification of nuclear structure is shown to shift the nuclear magic number in the iron region towards smaller mass numbers approaching titanium. Respectively, maximum of nucleosynthesis products is modified with an enhancement of titanium yield. The results are corroborated with an excess of  $^{44}\text{Ti}$  revealed from the INTEGRAL mission data for young supernova remnants at a field strength ranging up to ten TeraTesla.

## **Large Voids and Nature of Dark Energy**

B. Novosyadlyj, M. Tszih  
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

We analyze the evolution of cosmological perturbations which leads to the formation of large voids in the distribution of galaxies. We assume that perturbations are spherical and all components of Universe – radiation, matter and dark energy – are continuous media with ideal fluid energy-momentum tensors, which interact only gravitationally. Equations of the evolution of perturbations in the comoving to cosmological background reference frame for every component are obtained from the equations of conservation law and Einstein's ones and are integrated by modified Euler method. Initial conditions are set at the early stage of evolution in radiation-dominated epoch, when the scale of perturbation is much larger than the



particle horizon. We investigate the evolution of spatial distributions of density and velocity profiles for every component in the void. Several initial profiles of those distributions are considered, including with initial overdensity shells around the voids. It is shown that overdensity shell appears in the process of evolution of void even if its amplitude was very small in the initial profile, or absence at all (Gaussian initial profile).

We study also the dependences of the void observational (in principle) parameters on the parameters of dark energy model, in particular, on effective speed of sound and equation of state parameter, and propose an observational test to find which model can explain the best the observed density distribution and velocity field of matter in the largest voids in the spatial distribution of galaxies.

### **Galaxies with active star formation: luminosity functions at zero starburst age**

S. Parnovsky, I. Izotova

Astronomical observatory, Taras Shevchenko National University of  
Kyiv, Ukraine  
[par@observ.univ.kiev.ua](mailto:par@observ.univ.kiev.ua)

We present the results of the initial luminosity function investigation for sample of star forming galaxies. The initial luminosity functions are based on the data of the galaxy luminosities in the recombination  $H\alpha$  emission line in the regions of ionized hydrogen and the ultraviolet continuum. The luminosity of each galaxy is derived with due regard for individual correction for extinction. The  $H\alpha$  galaxy luminosities are corrected for aperture as well. The initial luminosity functions are derived from the observed galaxy luminosities (having proper corrections) by taking into account the statistical dependence of short-term evolution of galaxy luminosity. Accordingly to this dependence, the galaxy luminosity in the  $H\alpha$  emission line and FUV continuum is as high as possible just after starburst (starburst age is equal to  $T = 0$ ) and it strongly decreases with time after a starburst age  $T_0 = 3.2$  Myr:  $L(T) = L(0) \times f(T)$ ,  $f(T) = 1$  if  $T \leq T_0$ ,  $f(T) = \exp(-p(T-T_0))$  if  $T > T_0$ . The statistical dependence of the galaxy luminosity evolution on the time scale about 10 Myr and the values for  $p$

and  $T_0$  parameters are derived in the paper Parnovsky, S.L., et al.: *Astrophys. Space Sci.* **343**, 361 (2013).

We find the initial luminosity function parameters and show that log-normal distribution provides a good fitting of the initial luminosity functions for the starburst galaxies with  $H\alpha$  emission and ultraviolet continuum.

### **Classical dynamics of the Bianchi IX model: space-like and time-like singularity cases**

S. Parnovsky<sup>1</sup>, W. Piechocki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Astronomical observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

[par@observ.univ.kiev.ua](mailto:par@observ.univ.kiev.ua)

<sup>2</sup>National Centre for Nuclear Research, Warszawa, Poland

We present the comparison of the dynamics of the vacuum Bianchi IX model near the space-like and time-like singularities. These models are the basis for constructing the general solution near the space-like (Belinskii, Khalatnikov, Lifshitz and independently Misner) and time-like (Parnovsky) singularities. We used both analytical and numerical study, which provide the similar results.

In both cases there exist oscillatory type solutions with diverging asymptotically curvature invariants. The dynamics of the time-like singularity case includes singular solutions with diverging volume density and vanishing curvature invariants, which are impossible in the case of space-like singularity. This singularity corresponds to an infinitely distant point and is not a real one, but just a coordinate singularity. We find an asymptotical solution far from the real oscillation singularity.

## **On the central abundances of galaxies: active galactic nuclei and star-forming regions**

L.S. Pilyugin<sup>1</sup>, O.L. Dors<sup>2</sup>, M.V. Cardaci<sup>3,4</sup>, G.F. Hagele<sup>3,4</sup>, I. Rodrigues<sup>2</sup>,  
E.K. Grebel<sup>5</sup>, P. Freitas-Lemes<sup>2</sup>, A.C. Krabbe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of  
Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Paraiba, Brazil

<sup>3</sup>Instituto de Astrofisica de La Plata (CONICET-UNLP), Argentina.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Astronomicas y Geofisicas, Universidad Nacional  
de La Plata, Argentina

<sup>5</sup>Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum fur Astronomie der  
Universitat Heidelberg, Heidelberg, Germany  
pil620a gmail.com, pilyugin mao.kiev.ua

We estimate the oxygen abundances in the narrow-line regions (NLRs) of active galactic nuclei (AGNs) from the optical emission lines through the strong-line method (the theoretical calibration of Storch-Bergmann et al. (1998) and in the central star-forming regions through the calibration of Pilyugin et al. (2012)). We examine the relation between those abundances and the central intersect abundances in the host galaxies determined from the radial abundance gradients. We found that the abundances in the centres of galaxies obtained from their spectra are close to the central intersect abundances estimated from the radial abundance gradient both in narrow-line regions of active galactic nuclei and central star-forming regions. The oxygen abundances of the narrow-line regions of active galactic nuclei are usually lower than the maximum attainable abundance in galaxies (~2 times the solar value). This suggests that there is no extraordinary chemical enrichment of the narrow-line regions of active galactic nuclei.

## **Influence of $\sim 7$ keV sterile neutrino dark matter on the process of reionization**

A. Rudakovskiy<sup>1,2</sup>, D. Iakubovskiy<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Bogolyubov Institute of Theoretical Physics, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Discovery Center, Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark

[rudakovskiy@gmail.com](mailto:rudakovskiy@gmail.com)

Recent reports of a weak unidentified emission line at  $\sim 3.5$  keV found in spectra of several matter-dominated objects may give a clue to resolve the long-standing problem of dark matter. One of the best physically motivated particle candidate able to produce such an extra line is sterile neutrino with the mass of  $\sim 7$  keV. Previous works show that sterile neutrino dark matter with parameters consisting with the new line measurement modestly affects structure formation compared to conventional cold dark matter scenario. In this work, we concentrate on contribution of the sterile neutrino dark matter to the process of reionization. By incorporating dark matter power spectra for  $\sim 7$  keV sterile neutrinos into extended semi-analytical 'bubble' model of reionization we obtain that such a dark matter would produce significantly sharper reionization compared to widely used cold dark matter models, impossible to 'imitate' within the cold dark matter scenario under any reasonable choice of our model parameters, and would have a clear tendency of lowering both the redshift of reionization and the electron scattering optical depth (although the difference is still below the existing model uncertainties). Further dedicated studies of reionization (such as 21 cm measurements or studies of kinetic Sunyaev-Zeldovich effect) will thus be essential for reconstruction of particle candidate responsible the  $\sim 3.5$  keV line.

## **Discovery of the optically bright, wide separation double quasar SDSS J1442+4055**

A. V. Sergeev,<sup>1,2</sup> A. P. Zheleznyak,<sup>1,2</sup> V. N. Shalyapin<sup>3,4</sup>  
and L. J. Goicoechea<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Radio Astronomy of NASU, Kharkiv, Ukraine.

<sup>2</sup>Institute of Astronomy, V.N. Karazin Kharkiv National University,  
Ukraine.

<sup>3</sup>Institute of Radiophysics and Electronics, NASU, Kharkiv, Ukraine.

<sup>4</sup>Departamento de Física Moderna, Universidad de Cantabria,  
Santander, Spain.

Optically bright, wide separation double (gravitationally lensed) quasars can be easily monitored, leading to light curves of great importance in determining the Hubble constant and other cosmological parameters, as well as the structure of active nuclei and haloes of galaxies.

Searching for new double quasars in the Sloan Digital Sky Survey III (SDSS-III) data base, we discovered SDSS J1442+4055. This consists of two bright images ( $r \sim 18\text{--}19$ ) of the same distant quasar at  $z = 2.575$ . The two quasar images are separated by  $\sim 2.1''$ , show significant parallel flux variations and can be monitored from late 2015.

## **Static spherically symmetric configurations in the General Relativity with self-interacting scalar fields**

A.S. Stashko, V.I. Zhdanov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine  
ValeryZhdanov@gmail.com

We study a possible role of a dynamical dark energy near compact astrophysical objects using scalar field models. The scalar field is described by Lagrangian with a canonical kinetic term. In order to derive exact solutions of the problem we use a well-known inverse method when, instead of postulating a scalar field self-interaction potential, some metric functions are introduced yielding a solution of the Einstein's equations together with the scalar field equations and an analytic form of the potential. Circular orbits of test bodies are studied in case of the solutions obtained.

## **Estimates of efficiency of collisional Penrose process in general rotating stationary spacetimes**

I.V. Tanatarov<sup>1</sup>, O.B. Zaslavskii<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Mathematics and Mechanics, Kazan Federal University,  
Russia [igor.tanatarov@gmail.com](mailto:igor.tanatarov@gmail.com), [zaslav@ukr.net](mailto:zaslav@ukr.net)

We consider the collision of particles in the equatorial plane of the strong field region of a general rotating stationary spacetime, which may include a black hole, or a naked singularity, or a wormhole. The possibilities and regimes are investigated, which can result in large (formally divergent), Killing energy of a particle produced in the collision and observed at infinity. It is shown, that for this Killing energy to be large (formally divergent), it is necessary for the energy in the center of mass frame at the collision event to be commensurably large. Finally, we explore the geometric configurations in which this is possible, and the conditions that allow for such high energy particles to escape to infinity.

## **Dark Energy Impact on the Evolution of Dark Matter Halo of supercluster size**

M. Tsizh, B.Novosyadlyj, Yu. Kulinich

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine  
[tsizh@astro.franko.lviv.ua](mailto:tsizh@astro.franko.lviv.ua)

We study the evolution of spherical density and velocity perturbations in 3-component Universe on supercluster scales. The components are radiation, matter (both baryonic and dark) and quintessential dark energy which is a scalar field. The matter component is dominant in such forming halo at all stages of evolution, except the earliest one. All components are described in perfect fluid approach with barotropic equation of state. The equations that govern the evolution are conservation and Einstein's ones, the non-linear terms of second order are kept in them to make them more

accurate, they also include terms that take into account Silk damping in radiation component.

We solve this system of equations numerically. For this we've develop two programs, the first of which integrate the system after we separate the spatial and time variables and gives the amplitudes for the central part of forming halo only and the second one solve the system of partial differential equation by modified Euler method and gives the spatial distribution of perturbation in spherical halo. We compare the results of two programs and find that they practically coincide in the case of Bessel function  $j_0$  density profile.

Initial conditions are set at the early stage of evolution in radiation-dominated epoch, when the scale of perturbation is much larger than particle horizon. Several initial profiles of distributions of densities are considered with the second program. We are interested in dependence of the profile evolution on the parameters of dark energy model, in particular, on effective speed of sound of dark energy.

The dynamics of quintessential dark energy at the center of dark matter halo strongly depends on the value of effective sound speed  $c_s$  (in units of speed of light). If  $c_s \sim 1$  (classical scalar field) then the dark energy in the gravitationally bound systems is only slightly perturbed and its density is almost the same as in cosmological background. The dark energy with small value of sound speed ( $c_s < 0.1$ ), on the contrary, is important dynamical component of halo at all stages of their evolution. We show how the dependence of behavior of dark energy on its parameters (equation of state parameter and effective sound speed) impacts the density amplitude in the center and radial distribution of dark matter in forming halo. Our results can be used for constraining the value of effective sound speed  $c_s$  comparison the theoretical predictions with observational data related to the large scale gravitationally bound systems.

## **Simulation of large-scale structure of Universe at VIRGO.UA**

A.V. Tugay

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine  
[tugay.anatoliy@gmail.com](mailto:tugay.anatoliy@gmail.com)

The description of large-scale structures in the Universe is affected by many selection biases. The way to get precise picture of extragalactic structures is computer cosmological simulation. The latest cosmological simulation project is EAGLE performed by VIRGO consortium (UK, Germany and France). Within this project a virtual observatory of simulated universe is available online. EAGLE database contains not only positions and integral characteristics of simulated galaxies and dark matter halos, but also detailed internal structure of galaxies and their images that can be compared with real observations of nearby galaxies.

A new task for VIRGO.UA computing facility is proposed in the current report. It is based on the pure hydrodynamic simulation without particles to avoid the effects of discreteness. In the further developing of simulations the methods of effective field theory could be applied. The results of simulations will be compared with statistical parameters of distribution of real galaxies in optical and X-ray band to improve the studying large-scale structure formation and the nature of dark matter.

At the first stage of project a program for low-dimensional hydrodynamic cosmological simulation was developed. Current results include 1D and 2D linear collapse of symmetrical dust cloud.

## **Pure-connection gravity and anisotropic singularities**

Yu.V. Shtanov

Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv, Ukraine  
[shtanov@bitp.kiev.ua](mailto:shtanov@bitp.kiev.ua)

We review a class of modified gravity theories based only on  $SO(3)$  connection field in four space-time dimensions. All theories in this class have just two propagating degrees of freedom (the graviton), with general relativity being a special case. The metric in this class of theories arises as a



secondary concept, being a specific local function of the curvature of the  $SO(3)$  connection. In terms of the metric, departures from general relativity can be arranged so as to become important in regions with large Weyl curvature. We show how the Kasner singularity of general relativity is resolved in a particular one-parametric family of modified gravity theories of this class. There arises a new asymptotically De Sitter region “behind” the would-be singularity, the complete solution being of a bounce type. Although the effective metric described by this solution still contains singularities and experiences changes of signature, the fundamental  $SO(3)$  connection field is everywhere regular. This picture is similar to the previously studied resolution of black-hole singularity in the same family of theories.

### **Oxygen abundance asymmetry in the disks of the CALIFA galaxies**

I.A. Zinchenko<sup>1</sup>, L.S. Pilyugin<sup>1</sup>, E.K. Grebel<sup>2</sup>, S.F. Sanchez<sup>3</sup>, J.M. Vilchez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der  
Universität Heidelberg, Germany

<sup>3</sup>Instituto de astronomía, Universidad Autónoma de México, D.F.  
México

<sup>4</sup>Instituto de Astrofísica de Andalucía, Granada, Spain

[zinchenko@mao.kiev.ua](mailto:zinchenko@mao.kiev.ua)

We construct maps of the oxygen abundance distribution across the disks of 88 galaxies using CALIFA data release 2 (DR2) spectra. The positions of the center of a galaxies (coordinates on the plate) were also taken from the CALIFA DR2. The galaxy inclination, the position angle of the major axis, and the optical radius were determined from the analysis of the surface brightnesses in the SDSS g and r bands of the photometric maps of SDSS data release 9. We explore the global azimuthal abundance asymmetry in the disks of the CALIFA galaxies and the presence of a break in the radial oxygen abundance distribution. We found that there is no significant global azimuthal asymmetry for our sample of galaxies, i.e., the asymmetry is small, usually lower than 0.05 dex. A significant (possibly dominant) fraction of the asymmetry can be attributed to the uncertainties in the geometrical parameters of these galaxies. There is evidence for a flattening of the radial abundance gradient in the central part of 18 galaxies.

We also estimated the geometric parameters of a galaxy (coordinates of the center, the galaxy inclination and the position angle of the major axis) of our galaxies from the analysis of the abundance map. The photometry-map-based and the abundance-map-based geometrical parameters are relatively close to each other for the majority of the galaxies but the discrepancy is large for a few galaxies with a flat radial abundance gradient.

## **Віртуальній рентгенівській та гама-обсерваторії ВІРГО в Україні 10 років**

Б.І. Гнатик

Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

[hnatyk@observ.univ.kiev.ua](mailto:hnatyk@observ.univ.kiev.ua)

В 2006 році у Києві спільними зусиллями фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, Женевської обсерваторії та Центру даних космічної місії INTEGRAL (європейського космічного гама-телескопа) за фінансової підтримки Національного наукового фонду Швейцарії було створено Віртуальну Рентгенівську та Гама-Обсерваторію ВІРГО (VIRGO.UA) – науковий комп’ютерний центр з астрофізики високих енергій для підтримки досліджень в області космомікрофізики в Україні. В доповіді представлена сучасна структура та описані основні напрямки діяльності ВІРГО, визначені перспективи її розвитку та взаємодії з іншими проектами.

ВІРГО сторінка в Інтернеті: [virgoua.org](http://virgoua.org)

## Пошук галактичних джерел триплету космічних променів з енергіями понад $10^{20}$ eB

Р. Б. Гнатик

Київський національний університет імені Тараса Шевченка,  
Україна

roman\_hnatyk@ukr.net

Серед зареєстрованих космічних променів гранично високих енергій (КПГВЕ,  $E > 10^{20}$  eB) виділяється триплет подій в крузі радіуса  $4^0$  в області Галактичного центру. Із застосуванням методу зворотнього розрахунку траєкторій КПГВЕ в магнітному полі Галактики показано, що потенційними галактичними джерелами триплету можуть бути мікроквасари SS433, GRS1915+105, магнетар SGR1900+14 та кулясте зоряне скупчення NGC6760.

## Статичні циліндрично-симетричні розв'язки рівнянь Ейнштейна і тензор енергії-імпульсу із взаємно пропорційними компонентами

С.Б. Григор'єв, А.Б. Леонов

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара,  
Дніпропетровськ, Україна

grig@ffeks.dnulive.dp.ua; arkadiyleonov@yahoo.com

Ми розглядаємо рівняння Ейнштейна у випадку статичної циліндричної симетрії із тензором енергії-імпульсу, що має наступний вигляд

$$T^{\mu}_{\nu} = \begin{pmatrix} lp & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -mp & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -np \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де  $P$  - тиск, що залежить лише від радіальної координати,  $l$ ,  $m$ ,  $n$  - довільні дійсні сталі.

Прикладами тензорів енергії-імпульсу що мають таку структуру у випадку статичної циліндричної симетрії є тензор енергії-імпульсу

електромагнітного поля, безмасового скалярного поля, ідеальної рідини та випадок космологічної сталої.

В даній роботі показано, що рівняння Ейнштейна із тензором енергії-імпульсу (1) розпадаються на три якісно незалежні випадки, в залежності від значень сталих  $l, m, n$ , знайдено точні розв'язки рівнянь Ейнштейна для усіх трьох випадків, та розглянуто деякі їх властивості.

Два найбільш загальних випадки відповідають значенню параметра  $n = -1$ , що включає в себе статичне електричне поле

$$ds^2 = e^{2U} dt^2 - e^{2K-2U} (d\rho^2 + dz^2) - \rho^2 e^{-2U} d\varphi^2. \quad (2)$$

та значенням параметрів  $l, m, n$ , що задовольняють  $n \neq -1$ ,  $l + m + n \neq -1$

$$ds^2 = e^{2U} dt^2 - e^{2K-2U} \left( \frac{e^{2I_1}}{f^2} d\rho^2 + dz^2 \right) - e^{2I_1-2U} d\varphi^2. \quad (3)$$

Явні вирази для метричних коефіцієнтів досить громіздкі і можуть бути знайдені в [1] та [2].

1. S. B. Grigoryev, A. B. Leonov, Einstein equations in the case of static cylindrical symmetry and the diagonal stress-energy tensor with mutually proportional components, Ukr. J. Phys., **58**, 894 (2013).

2. S. B. Grigoryev, A. B. Leonov, On Several Static Cylindrically Symmetric Solutions of the Einstein Equations, MPLA, **31**, 11 (2016).

## Магнітогідродинамічне моделювання косих пост-адіабатичних ударних хвиль

Т. В. Кузьо, О.Л. Петрук

Інститут прикладних проблем механіки і математики  
ім. Я. С. Підстригача НАН  
України, Львів, Україна  
[kuzyo.taras@gmail.com](mailto:kuzyo.taras@gmail.com)

Особливістю адіабатичної стадії еволюції залишків наднових зір (ЗН) є те, що втрати енергії на випромінювання є малими порівняно з енергією вибуху. Проте вони стають суттєвими зі сповільненням ударної хвилі і падінням температури за її фронтом до  $\sim 10^5$  К. Такі умови постійно виникають, коли ударна хвиля починає рухатися у середовищі з високою густиною, наприклад при проходженні через молекулярну хмару. При переході ЗН з адіабатичної стадії еволюції у радіаційну суттєво змінюються фізика ударної хвилі та умови для прискорення часток на ній.

Еволюція ЗН протягом пост-адіабатичної стадії супроводжується зростаючою роллю радіаційних втрат і суттєвою зміною структури течії. Зокрема, формуються області з високими густиною і напруженістю магнітного поля відразу за фронтом ударної хвилі. Магнітне поле може бути зорієнтоване довільним чином відносно напрямку поширення ударної хвилі. На адіабатичній стадії магнітне поле не впливає на динаміку течії, оскільки на цьому етапі еволюції ЗН густина теплової енергії плазми, як правило, є набагато більшою за густину енергії магнітного поля. А от зростання густини плазми, а отже, і напруженості магнітного поля за фронтом ударної хвилі, збільшує роль магнітного поля в подальшій еволюції ЗН.

Ми вивчили еволюцію потоків плазми з косими пост-адіабатичними ударними хвилями в ЗН в однорідному міжзоряному середовищі з магнітним полем. Для дослідження впливу напруженості магнітного поля та його просторової орієнтації на еволюцію пост-адіабатичних ЗН, ми чисельно розв'язували систему диференціальних рівнянь для ідеальної магнітної гідродинаміки з врахуванням радіаційних втрат. Для цього ми використали магнітогідродинамічний код PLUTO. Чисельне інтегрування у ньому здійснюється за допомогою формалізму скінченних об'ємів, що дозволяє розв'язувати рівняння в їх

інтегральній формі, що, в свою чергу забезпечує коректне представлення гідродинамічної течії з розривами та сильними градієнтами, які присутні у нашій задачі.

Дана робота є продовженням дослідження, де розглядалися паралельні і перпендикулярні ударні хвилі, і є більш загальним випадком орієнтації магнітного поля відносно фронту ударної хвилі. Поведінка косих пост-адіабатичних ударних хвиль не може бути представлена як суперпозиція еволюції паралельної та перпендикулярної хвилі, бо відповідні рівняння мають доданки, які пропорційні до добутку різних компонент магнітного поля (ці доданки рівні нулю лише для двох граничних випадків – для паралельної і перпендикулярної ударної хвилі). Усі обчислення проводилися на кластері ІППММ.

### **Динаміка розширення Всесвіту в космологічних моделях із негравітаційною взаємодією між темною енергією та темною матерією**

Р.Г. Неоменко, Б.С. Новосядлий

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів,  
Україна

Розглянуто еволюцію однорідного ізотропного Всесвіту з динамічною темною енергією та темною матерією, які взаємодіють між собою гравітаційно та негравітаційно. Кожний компонент Всесвіту описується наближенням ідеальної рідини. Використовуючи рівняння Айнштейна та закони збереження для кожного з компонентів, отримано рівняння, які описують еволюцію параметра рівняння стану темної енергії та густини прихованих компонентів, а також проаналізовано динаміку розширення Всесвіту. Розглянуто декілька типів взаємодій, залежних від густин прихованих компонентів, сила яких визначається параметром взаємодії. Показано, що в певній області значень параметрів прихованих компонентів та параметра взаємодії, густини темної енергії або темної матерії можуть, при розширенні Всесвіту, набувати від'ємних значень, що може призводити і до від'ємної сумарної густини всіх компонент Всесвіту. Знайдено умови, за яких густини темної енергії і темної матерії є завжди додатніми.

## Однонаправлені ізотропні розв'язки рівнянь Максвелла в просторі Керра

В.О. Пелих, Ю.В. Тайстра

Інститут прикладних проблем механіки і математики  
ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львів, Україна  
[pelykh@iapmm.lviv.ua](mailto:pelykh@iapmm.lviv.ua)

Проблема дослідження чи отримання розв'язків рівнянь фізичних полів (Максвелла, Дірака) у ріманових просторах (де, на відміну від плоского, вони не зводяться до рівняння Д'Аламбера) викликана зв'язаним характером рівнянь. Ми пропонуємо метод розщеплення систем рівнянь у спірному формалізмі першого порядку з використання ізотропної бази Ньюмена-Пенроуза. Зокрема, нами розглянуто неоднорідну систему рівнянь для спінора Максвелла у метриці Керра, яка описує гравітаційне поле (ріманів простір), створене тілом масою  $M$  з питомим кутовим моментом  $a$ . Розглядаємо випадок, коли обидва головних ізотропних напрямки електромагнітного поля збігаються з головним ізотропним напрямком тензора Вейля. Відповідне поле є однонаправленим ізотропним полем. У цьому випадку у координатах Бойера-Ліндквіста у тетраді Кіннерслі система рівнянь Максвелла зводиться до двох рівнянь в частинних похідних першого порядку відносно невідомої комплексної функції. Ми отримуємо її розв'язок в аналітичному вигляді, який у випадку відокремлення змінних має особливості у точках  $\varphi = 0, \pi$  і був, як вважаємо, безпідставно втраченим у роботах Тькольського, Старобінського і Чандрасекара. Вказуємо на можливі використання цього результату для вивчення чорної діри Керра.

## **Реліктові гравітаційні хвилі в космологічних моделях з динамічною темною енергією: спостережувальні обмеження за даними Planck-2015**

О. Сергієнко

Астрономічна обсерваторія, Львівський національний університет  
імені Івана Франка, Україна  
[olka@astro.franko.lviv.ua](mailto:olka@astro.franko.lviv.ua)

Пряме детектування в експерименті LIGO гравітаційних хвиль від злиття чорних дір без сумніву стане у фізиці науковою подією 2016 року. Однак реліктові гравітаційні хвилі все ще не виявлені. Вважаючи, що темна енергія є мінімально зв'язаним класичним скалярним полем з баротропним рівнянням стану, ми встановлюємо спостережувальні обмеження на вклад тензорної моди збурень в космологічних моделях з такою темною енергією для різних сценаріїв інфляції. Використані набори даних включають дані Космічної обсерваторії Planck 2015 року щодо флюктуацій температури реліктового випромінювання, E-моди поляризації та лінзування, спектр потужності галактик з огляду неба WiggleZ та криві блиску наднових типу Ia з компіляції JLA, а також дані Planck/BICEP2+Keck Array щодо B-моди поляризації реліктового випромінювання. Обмеження для  $g$  добре узгоджуються з відповідними обмеженнями, отриманими колаборацією Planck, а темна енергія в сучасну епоху є достатньо близькою до космологічної сталої.

## **Пекулярні АЯГ за даними INTEGRAL та RXTE**

О. Федорова<sup>1</sup>, А. Василенко<sup>2</sup>, В. Жданов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка, Україна

<sup>2</sup>Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна

Проведено аналіз залежності спектральних параметрів первинного континууму активних ядер галактик (АЯГ) від типу їх активності в радіодіапазоні на основі даних космічних місій INTEGRAL та RXTE. Розглянуто відповідність форми спектрів до передбачень моделі центральної машини АЯГ, відомої як “спін-парадигма”. В результаті



виявлено, що для більшості радіо-тихих АЯГ значення експоненційного завалу на високих енергіях значно перевищує 100 кеВ, або навіть відсутнє, що відповідає передбаченням спін-парадигми, тоді як для радіо-голосних АЯГ близько 25% об'єктів не вкладаються в спін-парадигму і мають експоненційний завал у спектрі на енергіях вище 150 кеВ, або ж не мають такого завалу зовсім. Складено вибірку таких пекулярних об'єктів для подальшого детального дослідження.

## **A no-boundary proposal for cosmological perturbations on the Phantom brane.**

A.V. Viznyuk<sup>1,2</sup>, Yu.V. Shtanov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, 14-b, Metrolohichna str.  
Kiev, 03680, Ukraine

<sup>2</sup>Kyiv National Taras Shevchenko University, 2, Glushkova Av., Build.  
1, Kiev, 03680, Ukraine [viznyuk@bitp.kiev.ua](mailto:viznyuk@bitp.kiev.ua)

We investigate [1,2] cosmological perturbations in a braneworld model which possesses a phantom-like equation of state at late times,  $w_{\text{eff}} < -1$ , but no big-rip future singularity. In addition to matter and radiation, the braneworld possesses a new effective degree of freedom – the ‘Weyl fluid’ or ‘dark radiation’. Setting initial conditions on super-Hubble spatial scales at the epoch of radiation domination, we evolve perturbations of radiation, pressureless matter and the Weyl fluid until the present epoch. We observe a gradual decrease in the amplitude of the Weyl-fluid perturbations after Hubble-radius crossing, which results in a negligible effect of the Weyl fluid on the evolution of matter perturbations on spatial scales relevant for structure formation.

We find also that perturbations on the brane grow more rapidly than in  $\Lambda$ CDM at late times. Departure from  $\Lambda$ CDM is more pronounced for larger values of the parameter  $\Omega_\epsilon$ , which depends on the ratio of the five- and four-dimensional gravitational couplings. The braneworld model under consideration passes to  $\Lambda$ CDM in the limit  $\Omega_\epsilon \rightarrow 0$ .

Departure from  $\Lambda$ CDM is also reflected in the behaviour of the relativistic potentials  $\Phi$  and  $\Psi$  which follow the  $\Lambda$ CDM asymptote,  $\Phi=\Psi$ , only at early times. At late times, corresponding to  $z < 50$ , the difference between gravitational potentials becomes pronounced, and the ratio  $\Phi/\Psi$  exceeds unity. This effect is larger for larger values of  $\Omega_\epsilon$ . We also note

that the evolution of density perturbations and of the potentials  $\Phi$  and  $\Psi$  displays a very weak dependence on length scale.

These features emerge as smoking gun tests of phantom brane cosmology and allow predictions of this scenario to be tested against observations of galaxy clustering and large-scale structure.

1. A. Viznyuk, Yu. Shtanov and V. Sahni “A no-boundary proposal for braneworld perturbations”, Phys. Rev. D 89, 083523 (2014).

2. S. Bag, A. Viznyuk, Y. Shtanov, V. Sahni, “Cosmological perturbations on the Phantom brane”, arXiv:1603.01277.

**Фізика Сонця та сонячна активність**

**Solar Physics and Solar Activity**

## Розвиток конвективних структур у сонячній фотосфері

О.А. Баран

Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
[lesiaab@gmail.com](mailto:lesiaab@gmail.com)

На основі моделей фотосферної конвекції, отриманих з використанням даних VTT шляхом розв'язку оберненої задачі нерівноважного переносу випромінювання, проведено дослідження розвитку конвективних структур у сонячній фотосфері. Для цього проаналізовано, як міняється стратифікація варіацій термодинамічних і кінематичних параметрів всередині різних за розміром грануляційних комірок. Виявлено, щоутворення та розпад гранул відбуваються різними шляхами в залежності від їх розміру:

- Малі комірки (з розмірами до 1.5 Мм) становлять понад 80% виявлених нами комірок. Вони зазвичай виникають із залишку попередньої грануляційної комірки або появляються спонтанно в міжгрануляційному середовищі, де з часом формується структура з максимальними варіаціями температури і вертикальних швидкостей у центральній частині комірки. Наприкінці розвитку варіації всередині комірки зменшуються до мінімальних значень і, можливо, дають початок новій гранулі, або ж комірка повністю розчиняється в навколишньому середовищі.

- Великі гранули (з розмірами більше 1.5 Мм) зустрічаються рідше, ніж малі. Вони формуються з одного або, частіше, з декількох малих залишків шляхом їх об'єднання в одну велику конвективну структуру з асиметричним розподілом варіацій всередині. Наприкінці свого розвитку такі структури, як правило, поділяються на декілька фрагментів.

- Під час повторних процесів об'єднання-фрагментації комірок формуються т.зв. "деревя", відгалуженнями яких є фрагменти з розпаду великої гранули (швидкість розходження фрагментів становить приблизно 1.7 км/с). Деякі з цих фрагментів розчиняються в навколишньому середовищі, а інші дають початок наступним гранулам, які теж ймовірно фрагментують. Такі грануляційні

формування розвиваються до масштабів, близьких до мезогрануляційних.

## Потемніння до краю сонячного диска в профілях фраунгоферових ліній

І.Е. Васильєва, С.М. Осіпов

Головна Астрономічна Обсерваторія НАН України,  
Заболотного 27, Київ 03680, Україна  
[vasil@mao.kiev.ua](mailto:vasil@mao.kiev.ua), [osipov@mao.kiev.ua](mailto:osipov@mao.kiev.ua)

На телескопі АЦУ-5 ГАО НАН України проведені вимірювання потемніння до краю сонячного диска у вибраних спектральних ділянках  $\lambda\lambda$  532.0-532.8 та 539.1-539.9 нм. Реєстрація спектру проводилась ПЗЗ-камерою SBIG ST8300M. Замість штатного головного дзеркала телескопа використовувалось дзеркало з фокусом 1000 мм. Це дозволило побудувати зображення Сонця розміром  $\sim 10$  мм, яке було меншим висоти вхідної щілини (11 мм). При позиціюванні зображення Сонця по центру вхідної щілини один кадр матриці дозволяє виміряти потемніння від центру до краю сонячного диска одночасно в спектральному діапазоні ( $\sim 8\text{\AA}$ ) з високою спектральною роздільною здатністю.

Окрім стандартних редуцій (темновий струм, flatfield, розсіяне світло в спектрографі, інструментальний контур) особливістю таких вимірів є необхідність врахування атмосферного розсіяного світла. Для здійснення таких корекцій окремо при зсунутих вертикально зображеннях Сонця реєструвалось випромінювання від неба на відстанях до одного сонячного радіуса. Розподіл яскравості отриманого сонячного ореолу описувався згорткою двомірного профілю поверхні Сонця з функцією розсіяного світла, яка представлялась у вигляді суми двох дисперсійних кривих.

Другим важливим чинником додаткових редуцій є необхідність врахування аберацій косих променів. В спектрографі АСП-20 такі аберації (перш за все кома) приводять до асиметричного замивання. Дослідження показали, що таке замивання добре описується поєднанням двох гаусіан з напівширинами 4 і 14 мікрон.

Зроблено порівняння отриманих нами профілів потемніння до краю з сучасними літературними даними для позицій на диску Сонця  $\cos\theta=0.3$  та  $\cos\theta=0.14$ . Деякі несуттєві розходження даних пояснюються різним спектральним розділенням. Приводяться дані про зміни параметрів фраунгоферових ліній та їх бісекторів вздовж

сонячного радіуса. Для пояснення деяких результатів необхідно приймати до уваги широтну залежність структури грануляції. Надалі ми плануємо продовжити дослідження потемніння сонячного диску до краю в лініях, що утворюються на різних глибинах в атмосфері Сонця.

## Статистичні особливості 24-го циклу сонячної активності

В.М. Єфіменко, В.Г. Лозицький

Астрономічнообсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

вул. Обсерваторна 3, Київ, 04053, Україна

[efim@observ.univ.kiev.ua](mailto:efim@observ.univ.kiev.ua), [lozitsky@observ.univ.kiev.ua](mailto:lozitsky@observ.univ.kiev.ua)

Поточний цикл сонячної активності №24 є аномальним у таких відношеннях: 1) він мав немонотонну фазу росту і на різних ділянках цієї фази проявляв себе то як середній, то як слабкий цикл, 2) вершина циклу виявилась «двогорбою», причому другий максимум був вищим, ніж перший, на 15 одиниць згладжених чисел Вольфа (у старій системі), що є рекордно великим значенням для усіх попередніх циклів і 3) часовий інтервал між першим і другим максимумами циклу (26 місяців) є другим по величині з усіх 24 останніх циклів (Lozitsky & Efimenko, 2014).

Було цікаво з'ясувати, чи не є цей цикл аномальним також по показнику інтегрального розподілу для діаметрів сонячних плям. Раніш було встановлено, що для 7 останніх циклів цей показник  $\alpha$  в діапазоні діаметрів 50–90 Мм дорівнює, в середньому,  $\alpha \approx 6.0$  (Babij et al., 2011). Як правило, на початку 11-річного циклу цей показник є більшим, а в кінці циклу – меншим, що означає те, що на початку циклу конвективна зона Сонця генерує сонячні плями у більшому діапазоні діаметрів (тобто з більшою їх дисперсією), тоді як в кінці циклу – з меншою. Явним винятком тут є 18-й цикл (1944–1954 рр.), впродовж якого весь час було  $\alpha \approx 4$ .

Статистичний аналіз діаметрів сонячних плям за 2010–2015 рр. показав, що для поточного циклу  $\alpha \approx 5.8$ . Таким чином, дисперсія діаметрів сонячних плям у 24-му циклі є типовою для більшості сонячних циклів.

1. Lozitsky V.G., Efimenko V.M. Prognoses and anomaly of 24<sup>th</sup> cycle of solar activity // Odessa Astronomical Publications. – 2014. – Vol. 27, No.2. – P. 90–91.

2. Babij V.P., Efimenko V.M., Lozitsky V.G. Statistical characteristics of large sunspots in solar activity cycles 17–23 // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. – 2011. – Vol. 27, No 4. – P. 191–196.

### **Особенности жесткостного спектра Форбуш-эффектов**

А. И. Ключева<sup>1</sup>, А. В. Белов<sup>2</sup>, Е. А. Ерошенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины, г. Киев

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт земного магнетизма, ионосферы и  
распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии  
наук, г. Москва, г. Троицк  
[a.klyuyeva@gmail.com](mailto:a.klyuyeva@gmail.com)

Представлены результаты анализа вариаций жесткостного спектра первичных космических лучей во время Форбуш-эффектов, зарегистрированных в 20 – 24 циклах солнечной активности. Для вычисления показателя степенного спектра  $\gamma$  и основных параметров космических лучей во время Форбуш-понижений использованы данные мировой сети станций нейтронных мониторов, обработанные модифицированном в ИЗМИРАН методом глобальной съемки (GlobalSurveyMethod – GSM).

В работе изучены изменения показателя энергетического спектра Форбуш-эффектов в зависимости от уровня солнечной активности, полярности общего магнитного поля Солнца, типа и параметров источника модуляции космических лучей, фазы эффекта и т.п. В работе проанализированы закономерности в динамике энергетического спектра галактических космических лучей, которые отражают динамические процессы, происходящие в межпланетном пространстве. Всесторонний анализ полученных результатов также выявил некоторые недостатки используемой модификации GSM. Предложены перспективы улучшения и оптимизации метода глобальной съемки.



## **Пошук закономірностей у зміні параметрів фраунгоферових ліній в залежності від фізичних умов сонячної атмосфери**

Ковальчук М. М., Гірняк М. Б., Стоділка М. І., Білінський А. І.,  
Вовчик Е. Б., Благодир Я. Т., Вірун Н. В.

Астрономічна обсерваторія Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
вул. Кирила і Мефодія, 8, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: sun@astro.franko.lviv.ua

Зміни фізичних умов в атмосфері Сонця можуть суттєво впливати на параметри спостережуваних фраунгоферових ліній. Для розв'язку багатьох задач спектрального аналізу дуже важливо мати детальну інформацію про чутливість ліній до різних властивостей сонячної речовини. Суттєвий вклад в дослідження чутливості ліній до змін інтенсивності, що випромінюється в лінії, можуть дати кількісні оцінки параметрів лінії у різні дати спостережень протягом циклу сонячної активності. Часові варіації параметрів фраунгоферових ліній з фазою сонячного циклу пояснюються різними причинами – кореляцією з варіаціями загального магнітного потоку активних областей, кореляцією асиметрії ліній з хромосферною активністю, зміною параметрів конвекції згідно з теорією довжини перемішування, циклічною зміною структури грануляції.

З метою виявлення закономірностей у зміні параметрів фраунгоферових ліній в залежності від фізичних умов сонячної атмосфери ми провели аналіз центральних залишкових інтенсивностей, півширин, еквівалентних ширин та асиметрії ліній протягом кількох 11-літніх циклів сонячної активності. Розрахунки базуються на однорідних високоточних спостереженнях профілів фраунгоферових ліній, отриманих в ГАО АН СРСР (Пулково). Вибір ліній полягав в охопленні широкого діапазону висот їх формування, про що свідчать різні потенціали збудження цих ліній, їхня чутливість до флуктуацій температури, тиску, до рухів газових мас.

Аналіз варіацій параметрів ліній поглинання із циклічними змінами активності Сонця показав, що найчутливішим параметром до часових змін впродовж кількох циклів сонячної активності виявилась еквівалентна ширина лінії  $W$ . Величини дисперсій  $D$  значень цих параметрів лежать в межах:  $0.063 < D(W) < 6.81$ . Наступними

параметрами ліній, чутливими до змін фізичних умов в атмосфері Сонця є півширина  $h_{1/2}$  та показник асиметрії  $\alpha$  ліній  $0.20 < D(h_{1/2}) < 4.51$ ;  $0.018 < D(\alpha) < 3.64$ . Часові зміни центральної залишкової інтенсивності  $r_{\lambda_0}$  зазнають найменшої дисперсії, хоча вони все-таки перевищують середньоквадратичну похибку:  $1.25 \cdot 10^{-6} < D(r_{\lambda_0}) < 1.55 \cdot 10^{-4}$ .

Значення варіацій параметрів досліджуваних ліній залежить від їх атомних і фізичних характеристик – потенціалів збудження нижнього рівня, ступеня іонізації, сили лінії, термо- і магніточутливості самих ліній та від фізичних умов у тих шарах сонячної атмосфери, де ці лінії формуються.

Отже, аналіз довгоперіодичних змін параметрів профілів майже 70-ти фраунгоферових ліній з часом, тобто від мінімуму 19-го циклу сонячної активності у 1953 р. до максимуму 21-го циклу у 1979-1980 р.р. підтвердив висновок про реальність цих змін.

### **Застосування математично-статистичних положень із теорії екстремальних значень для прогнозу сонячних спалахів**

М.Ковальчук, М.Гірняк, М.Стоділка, А.Білінський, Є.Вовчик,  
Я.Благодир, Н.Вірун

Астрономічна обсерваторія Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
вул. Кирила і Мефодія, 8, м.Львів, 79005, Україна  
e-mail: [sun@astro.franko.lviv.ua](mailto:sun@astro.franko.lviv.ua)

Особливе місце в проявах активності Сонця, або як тепер називають космічної погоди, належить сонячним спалахам. Під час спалахів хромосфера і корона над активною областю раптово і сильно збуджуються, при цьому змінюється випромінювання Сонця. Випромінювання сонячних спалахів відбувається практично у всьому діапазоні електромагнітного спектра: від кілометрових радіохвиль до жорстких гамма-променів. Одночасно здійснюється безпосереднє детектування прискорених під час спалаху високоенергетичних частинок, а також спостерігаються вторинні іоносферні і геомагнітні збурення. Таким чином, сонячні спалахи впливають на ряд важливих

сторін практичної діяльності людини - як на соціальні процеси, так і на функціонування техніки. Як приклад, можна навести відмову апаратури на штучних супутниках Землі, варіації їхньої швидкості і періоду власного обертання, зміну орбіти на десятки метрів за добу.

У зв'язку з цим прогноз спалахової активності набуває щораз більшого практичного значення. Продовжуються спроби створення математичних методів прогнозу. Більше того, прогнозування спалахів є частиною глобальної проблеми сонячно-земної фізики - прогнозу розвитку активних областей на Сонці. Це дуже складна задача, яку умовно можна розділити на два послідовні етапи - передбачення моменту появи спалаху з якнайбільшою точністю та завчасністю прогнозування відносної сили спалаху в балах. Вирішенню цих питань і присвячена дана робота.

Використавши обширний спостережуваний матеріал та математично-статистичні положення з теорії екстремальних значень, якими можна описати хід процесів на Сонці, ми зробили спробу прогнозування сонячних спалахів. При такому підході виключена залежність поведінки активної області на Сонці від фізичної сутності процесів, що визначають її розвиток. Це виправдано суттєвим рівнем випадкових процесів в явищі спалахової активності.

Проведені розрахунки показали: 1) в статистиці спалахів спостерігається проста лінійна залежність між числом спалахів, їхнім балом і енергією; 2) розподіл спалахів за балами описується експоненціальним виразом, близьким до релеєвського; 3) частота появи спалахів відповідає випадковому розподілу, який описується законом С.-Д. Пуассона; 4) при релеєвському розподілі можлива енергетична інтерпретація шкали балів; 5) статистична теорія екстремальних значень по відношенню до спалахів передбачає появу спалахів таких балів, які можуть бути виявлені в наступних спостереженнях. Пропонована методика дослідження може використовуватися в практиці оперативних прогнозів спалахів.

## Можливий механізм світіння сонячних факелів

Роман Костик

Головна астрономічна обсерваторія НАН України  
27, Заболотного вул., 03680, Київ, Україна  
[kostik@mao.kiev.ua](mailto:kostik@mao.kiev.ua)

При спостереженнях з високою просторовою роздільною здатністю можна побачити, що факели – скупчення маленьких яскравих точок – filigree, а також більших за розмірами утворень – факульних гранул. Ізольовані маленькі яскраві точки, як правило, розташовані в темних міжгранульних проміжках, які складаються з багатьох магнітних трубок діаметром біля 100 км, магнітне поле яких досягає приблизно 1000 Гс. Вважається, що яскравість факелів обумовлена не більш високою температурою по відношенню до навколишньої атмосфери, а наявністю саме магнітного поля, яке дає можливість "заглянути" в більш глибокі, а значить і більш гарячі шари сонячної атмосфери. Результати наших досліджень, які ґрунтуються на спостереженнях, свідчать про те, що звукові хвилі реально нагрівають сонячну плазму в місцях, де спостерігаються сонячні факели.

Спостереження проведені на телескопі VTT Інституту Астрофізики на Канарах одночасно в трьох ділянках спектра: FeI15643-15658 Å - спектрополяриметричні. Реєструвались всі чотири параметри Стокса. BaII 4554 Å - фільтрові, вузькополосні в 37 довжинах хвиль. CaII 3968 Å - фільтрові, лише в центрі лінії.

Принципова відмінність наших спостережень від усіх попередніх полягає в тому, що спектрополяриметричні спостереження з низькою часовою роздільною здатністю (7 хв) супроводжувались фільтровими з помірною (26 сек) часовою роздільною здатністю. Це дало можливість відділити конвективну складову полів швидкості та інтенсивності від хвильової. Раніше цього не вдавалось зробити.

Основні результати.

1. Яскравість факельної ділянки в центрі лінії CaII 3968 Å ( $h=1100$  км) максимальна в тих місцях, де найбільша потужність 5-ти хвилинних коливань швидкості, які спостерігаються в центрі лінії BaII 4554 Å ( $h=650$  км).
2. Яскравість факельної ділянки в центрі лінії CaII 3968 Å ( $h=1100$  км) сильно залежить від напрямку розповсюдження хвилі. Контраст

факела збільшується з ростом потужності коливань швидкості для хвилі, яка розповсюджується вгору, але падає для хвилі, яка розповсюджується вниз.

3. Хвилі, які розповсюджуються зверху вниз з хромосфери в фотосферу, збільшують контраст гранул на висоті утворення неперервного спектру ( $h=0$  км), але зменшують (по абсолютній величині) контраст міжгранульних проміжків (те і друге на 30-50%), тобто хвилі дійсно нагрівають фотосферу. Звідси ми робимо висновок, що і хвилі, які розповсюджуються знизу вгору, з фотосфери в хромосферу, тим паче здатні нагрівати факельну речовину. Тобто, факел яскравий не тільки тому, що завдяки магнітному тиску випромінювання виходить з більш глибоких шарів атмосфери (ефект Вільсона), але вони реально гарячіші від навколишнього оточення.

### **Альфа-ефект Бєбкока-Лейтона в поверхневих шарах Сонця**

В.Н. Криводубський

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
вул. Обсерваторна 3, Київ – 53, 04053, Україна  
e-mail: [krivod2@ukr.net](mailto:krivod2@ukr.net); [krivod1@observ.univ.kiev.ua](mailto:krivod1@observ.univ.kiev.ua)

Проаналізовано два типи  $\alpha$ -ефекту, які беруться до уваги при побудові сценарію магнітного циклу Сонця в рамках моделі альфа-омега динамо. Суть  $\alpha$ -ефекту полягає у збудженні завдяки спіральності (гіротропності) поля швидкостей в сонячній конвективній зоні (СКЗ) нового полярного магнітного поля (протилежного спрямування по відношенню до його орієнтації в поточному циклі) із тороїдального. Перший тип  $\alpha$ -ефекту, який був запропонований Паркером і Штеєнбеком (Parker 1955; Steenbeck et al. 1966), пов'язаний з радіальною неоднорідністю турбулентної конвекції у всьому об'ємі СКЗ, тоді як другий механізм пов'язаний з поверхневими активними областями (Babcock 1961; Leighton 1969). В обох випадках  $\alpha$ -ефект виникає в результаті впливу сили Коріоліса на рухи речовини, проте ці рухи в запропонованих механізмах мають різну природу. «Класичний» механізм  $\alpha$ -ефекту Паркера-Штеєнбека опирається на рухи, які

виникають внаслідок термічної конвекції, тоді як в механізмові Бєбкока-Лейтона береться до уваги магнітна плавучість. Умова появи  $\alpha$ -ефекту Паркера-Штєсєнбєка полягає в тому, що усереднене значення спіральності поля конвективних швидкостей  $\langle u \cdot \text{rot} u \rangle$ , викликане силою Коріоліса (т.з. кінетичний параметр спіральності), повинно відрізнятися від нуля і мати певний знак (позитивний чи негативний) на великих відстанях. В більшості теоретичних досліджень останніх років залучається до розгляду, в основному, класична (кінетична) версія  $\alpha$ -ефекту. Згідно сучасних уявлень кінетичний  $\alpha$ -ефект функціонує у всьому об'ємі СКЗ (див., наприклад, Krivodubskij 2005). Проте механізм Бєбкока-Лейтона заслуговує не меншої уваги (Kitchatinov and Olemskoу 2011; Kitchatinov 2014), 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, згідно з яким осі 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  $4^\circ$ , змінюючись при цьому від кількох градусів (для груп поблизу екватору) до  $8\text{-}10^\circ$  для високоширотних груп. Нахил осі біполярних груп плям зумовлений дією сили Коріоліса, яка повертає спливаючі дуги магнітних полів (з горизонтальними складовими стікання вниз речовини), що утворюють плями. Маломасштабні 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 магнітні утворення, а меридіональна циркуляція переносить їх до полюсів Сонця, що в підсумку приводить до зародження нового полоїдального поля протилежного знаку в наступному циклі. Саме в цьому полягає суть нєлокального (статистичного на підставі обробки спостережених даних) поверхневого  $\alpha$ -ефекту Бєбкока-Лейтона, який відіграє важливу роль в сонячному турбулентному динамо.

- Babcock H.W. *Astrophys. Journ.* – 1961. – V.133. – P. 572.  
Kitchatinov L.L. *Geomagnetism. Aeronomy.* – 2014. – V.54. – P. 867.  
Kitchatinov L.L., Olemskoy S.V. *Astronomy Letters.* – 2011. – V.37. – P.656.  
Krivodubskij V.N. *Astron. Nachr.* – 2005. – V.326. – P.61.  
Leighton R.B. *Astrophys. Journ.* – 1969. – V.156. – P.1.  
Parker E.N. *Astrophys. Journ.* – 1955. – V.122. – P.293.  
Steenbeck M., Krause F., Rädler R.-H. *Zeits. Naturforsch.* – 1966. – Bd. 21a. – S.369.

### **Генерация магнитного поля глобальными течениями Солнца**

А.А. Логинов<sup>1</sup>, В.Н. Криводубский<sup>2</sup>, О.К. Черемных<sup>1</sup>, Н.Н. Сальников<sup>1</sup>, Ю.В. Пруцко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт космических исследований НАНУ-ГКАУ,  
пр. Глушкова 40/1, Киев, 03022, Украина

<sup>2</sup> Астрономическая обсерватория Киевского национального  
университета

имени Тараса Шевченко, ул. Обсерваторная 3, Киев, 04053, Украина  
[lesha.loginov@gmail.com](mailto:lesha.loginov@gmail.com); [krivod2@ukr.net](mailto:krivod2@ukr.net)

Одной из фундаментальных проблем солнечной физики является вопрос о происхождении и пространственно-временных вариациях магнитных полей Солнца. Согласно современным представлениям глобальное магнитное поле Солнца состоит из двух компонент: глубинного сильного тороидального (азимутального) поля, которое при вспышке определяет интенсивность пятнообразования, и слабого полоидального (меридионального) поля, силовые линии которого, выходя на солнечную поверхность, формируют фоновые магнитные поля. Наблюдения показывают, что обе компоненты осциллируют по величине и знаку со средним периодом около 11 лет в противофазе [1]. Поэтому очевидно, что глобальные магнитные компоненты связаны между собой и возбуждаются, наверное, одним процессом, который носит колебательный циклический характер. Наибольшего распространения среди исследователей получили представления, что задающим механизмом солнечных циклов служат динамо-процессы усиления первоначально слабого магнитного поля движениями проводящей среды с положительной обратной связью, приводящей к

самоподдержанию или дальнейшему росту поля (см., например, монографию [2]). Кинетической энергии гидродинамических движений на Солнце, как правило, достаточно для усиления поля [1].

Система уравнений генерации магнитного поля нелинейная, потому в общем случае она сложна для анализа [2]. Чтобы обойти эти трудности исследователи вводят ряд упрощающих предположений, позволяющих построить модели, которые адекватно описывают наблюдаемые закономерности возбуждения солнечного магнетизма. Одной из таких моделей служит кинематическое приближение, основанное на предположении (соответствующем физическим условиям в конвективной зоне Солнца), что кинетическая энергия ламинарного течения проводящей жидкости много больше энергии магнитного поля, порождаемого этим течением [3]. Принятое приближение позволяет на начальном этапе исследования рассчитывать магнитные поля без учета в уравнении гидродинамики жидкости обратного влияния сгенерированного магнитного поля на течение. Только на втором этапе исследования следует изучать генерацию магнитного поля гидродинамическими течениями, рассчитанными перед этим на первом этапе без учета влияния магнетизма. В качестве примера такого подхода приведены результаты расчета генерации тороидального магнитного поля Солнца его дифференциальным вращением, радиальный профиль которого получен в последних гелиосейсмических экспериментах.

1. Монин А. С. Солнечный цикл. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980. — 68 с.

2. Загородний А.Г., Черемных О.К. Введение в физику плазмы. — Киев.: Наук. думка, 2014. — 696 с.

3. Loginov A.A., Salnikov N.N., Cheremnykh O.K. Hydrodynamical Model of Global Poloidal Solar Flow Generation. *Kosm. Nauka Tech.* — 2011. — V.17, №1. — P.29.



## Уточнення верхньої межі величини магнітного поля в сонячній плямі

Н. Й. Лоцицька

Астрономічнообсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
вул. Обсерваторна 3, Київ, 04053, Україна  
[nloz@observ.univ.kiev.ua](mailto:nloz@observ.univ.kiev.ua)

Продовжено дослідження спектрограми головної плями групи NOAA 10488 за 29 жовтня 2003р., отриманої В. Г. Лоцицьким із застосуванням поляризаційної оптики на горизонтальному сонячному телескопі Астрономічної обсерваторії Київського національного університету. Діаметр плями – 60 кутових секунд (44 Мм), ядра – 30 кутових секунд (22 Мм). Проведено фотометричне сканування 9 розрізів спектру тіні плями з 6301 до 6303 Å з кроком 15,8 мÅ, висота щілини мікрофотометра відповідала 2 Мм на Сонці. Кожен розріз сканувався тричі і після зведення за реперними телуричними лініями цих профілей розраховувалися середні значення інтенсивності. При такій кількості даних стало можливим визначення похибок середнього значення параметрів Стокса для 130 точок кожного скану. Для обчислення величини магнітного поля використаний весь фотометричний матеріал за винятком лише сканів, суміжних з півтінню. В найбільш темних ділянках ядра плями за рознесенням центрів ваги  $\sigma$ -компонент лінії FeI 6302.5 Å в КАО отримана така само величина магнітного поля 3200 Гс, як цього ж дня при візуальних магнітометричних вимірюваннях даної плями знайдена в обсерваторії Маунт Вілсон. В декількох ділянках ядра плями присутні особливості, котрі відповідають величині індукції магнітного поля 4100 – 4200 Гс.

Особливостей з більш сильним магнітним полем, які мають півширину, більшу за інструментальний контур, не виявлено. Детальне зіставлення профілей I+V, I-V та V, обчислених за результатами потрійних сканувань кожного розрізу спектру плями, дозволило виявити причину помилкового попереднього висновку [1] про існування спектральних проявів 8 кГс магнітного поля в тіні цієї ж плями. Цією причиною є суттєва відмінність профілів телуричних ліній у двох смужках спектру, утворених при проходженні світла через призму-розщеплювач під різними кутами. Через це при точному

зіставленні центрів телуричних ліній, співпадають лише крила з одного боку, а з іншого різняться, що дає саме в місцях крил телуричних ліній фіктивну ненульову величину V-профіля Стокса, розрахованого для найближчої магніточутливої лінії.

Література

1. Лозицкий В.Г., Лозицкая Н.И. Вісн. Астрон.Школи. – 2012. –Т. 8, № 1. – С. 96 – 100.

### **Обробка даних спектральних спостережень Сонця із використанням методу фазової кореляції**

А.І. Присяжний

Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету ім. Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія 8, Львів, 79005, Україна  
[andrij13p@gmail.com](mailto:andrij13p@gmail.com)

Було проведено обробку даних 2D спектральних спостережень Сонця в лінії ВаI  $\lambda 4554.03\text{\AA}$  [1]. Обробка даних складалась із трьох етапів.

Метою першого етапу обробки спостережуваних даних було усунення артефактів від попередньої обробки даних і дефектів, пов'язаних з недоліками оптики телескопа. Для усунення таких дефектів зображення було покоординатно згладжено фільтром Ланцоша.

Метою другого етапу обробки спостережуваних даних було усунення дефектів, пов'язаних з впливом атмосфери і недоліками ведення телескопа. Ми нехтували ефектами відносного зсуву частин зображення і вважали, що спотворення зображення проявляється тільки у вигляді паралельного зсуву всього зображення на певне ціле число пікселів. Одне із зображень масиву ми використали в якості опорного зображення, відносно якого розраховували зміщення всіх інших зображень. Для розрахунку зміщень використовувався метод фазової кореляції.

Метою третього етапу обробки даних було узгодження отриманих профілів із профілем вибраної лінії, взятим з атласу спектральних ліній [3]. Отриманий на попередньому етапі масив було пронормовано

спочатку на континуум усередненого профілю, а потім на коефіцієнт нормування, отриманий шляхом порівняння усередненого профілю з профілем із атласу. Коефіцієнт нормування було визначено із урахуванням корекції на розсіяне світло.

Теоретичні профілі вибраної лінії було отримано в рамках багатовимірної моделі Асплунда [2]. Профілі було розраховано шляхом розв'язання рівняння переносу випромінювання та рівнянь статистичної рівноваги методом прискореної  $\Lambda$ -ітерації.

Атмосферне розмивання було симульовано шляхом згортки зображень, побудованих на основі теоретичних даних, із 2D функцією Гауса. Було визначено оптимальне значення параметра  $\sigma$  в функції Гауса.

#### Література

1. Kostik R., Khomenko E.V. Properties of convective motions in facular regions // Astron.& Astrophys. – 2012. - V. 545, A22. - P. 1-9.
2. Asplund A. Line formation in solar granulation. III. The photospheric Si and meteoritic Fe abundances // Astron.& Astrophys. – 2000. - V. 359. - P. 755-758
3. [Announcement Spectral Atlas Of Solar Absolute Disk-Averaged And Disk-Center Intensity From 3290 To 12510 Å \(Brault and Neckel, 1987\) Now Available From Hamburg Observatory Anonymous FTP Site.](#)

## Дрібномасштабні активні центри в спокійній атмосфері Сонця

М.І. Стоділка<sup>1</sup>, А.В. Сухоруков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Астрономічна обсерваторія ЛНУ ім. І. Франка, вул. Кирила і  
Мефодія 8,  
79005 Львів, Україна  
[sun@astro.franko.lviv.ua](mailto:sun@astro.franko.lviv.ua)

<sup>2</sup>Головна астрономічна обсерваторія НАН У, вул. Заболотного 27,  
03680 Київ, Україна

<sup>2</sup>Institute for Solar Physics, Department of Astronomy,  
Stockholm University, AlbaNova University Centre, SE-106 91 Stockholm,  
Sweden,  
[andrii.sukhorukov@astro.su.se](mailto:andrii.sukhorukov@astro.su.se)

Спостереження з високим просторовим розділенням (IMaX/SUNRISE та HINODE) показали наявність джетів в деяких гранулах та міжгранулах в спокійній атмосфері Сонця. Досі не з'ясована причина таких явищ – невідомо, чи це є рух речовини всередині магнітних петель, чи результат перезамикання магнітних полів, чи конвективний колапс.

Для дослідження таких дрібномасштабних активних центрів в спокійній атмосфері Сонця ми використали дані 2D спостережень Сонця з високим просторовим розділенням, отримані на голландському DOT телескопі в лінії FeI $\lambda$ 5576 А. Глибини утворення цієї лінії охоплюють фотосферні шари атмосфери Сонця. Шляхом розв'язку оберненої задачі переносу випромінювання з використанням даних спостережень ми відтворили фізичні умови (температура, тиск, густина, променева швидкість) в неоднорідній атмосфері Сонця; поле горизонтальних швидкостей було відтворено з використанням рівнянь гідродинаміки.

Результати відтворення фізичних умов в спокійній фотосфері Сонця виявляють в міжгранульних областях компактні дрібномасштабні утворення підвищеної температури, речовина в яких опускається вниз, або ж піднімається вгору, причому швидкості руху речовини значно перевищують типові швидкості для міжгранул; з висотою швидкість спадає. Зроблено аналіз горизонтальних швидкостей поблизу таких активних центрів. Побудовано моделі спостережуваних дрібномасштабних активних центрів спокійної фотосфери Сонця.

## Фотосферна сейсмологія: коливання сонячних пор

Ю.Т. Цап<sup>1,2</sup>, О.В. Степанов<sup>2</sup>, Ю.Г. Копилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>КрАО РАН, Наукове, Крим 298409, Україна

<sup>2</sup>ГАО РАН, Пулковське шоссе 65, С.-Петербург 196140, Росія

[yur\\_crao@mail.ru](mailto:yur_crao@mail.ru)

Останнім часом з'явилося багато робіт, присвячених коливанням сонячних пор, тобто плям на початковій стадії розвитку без напівтіні, магнітне поле котрих не перевищує 1700 Гс. Зокрема, в роботах Dorotovichetal. (2014), Grantetal. (2015), Freijetal. (2016) на основі дослідження різності фаз між змінами перерізу всієї пори та повної інтенсивності, яка виявилась близькою до нуля, було зроблено висновок, про збудження повільних коливань типу перетяжок в цих магнітних утвореннях.

В представленій роботі розглядаються дисперсійні особливості власних коливань однорідної магнітної трубки (пори) в умовах сонячної фотосфери. Показано, що внаслідок ефективної генерації магнітогідродинамічних хвиль у зовнішній області трубки, що приводить до сильного згасання коливань, існування повільних мод типу перетяжок в рамках однорідної моделі стає неможливим. Спостережені коливання в сонячних порах пов'язуються з моделлю Паркера, згідно якої пори складаються з тонких магнітних трубок.

### Література

1. DorotovicI., ErdélyiR., FreijN. et al., 2014, A&A, 563, A12.
2. Freij N., Dorotovic I., Morton R. J. et al., 2016, ApJ, 817, 44.
3. Grant S. D. T., Jess D. B., Moreels M.G., et al. 2015, ApJ, 806.

## Small-scale magnetic field diagnostics outside sunspots using SOT/Hinode observations

V.G. Lozitsky<sup>1</sup>, M. Gordovskyy<sup>2</sup> and O.O.Botygina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Astronomical Observatory of TarasShevchenkoNationalUniversity of  
Kyiv,

Observatorna 3, Kyiv01053, Ukraine

[lozitsky@observ.univ.kiev.ua](mailto:lozitsky@observ.univ.kiev.ua), [olga.botygina@gmail.com](mailto:olga.botygina@gmail.com)

<sup>2</sup>Jodrell Bank Centre for Astrophysics, University of Manchester, Alan  
Turing building,

ManchesterM13 9PL, United Kingdom

[mykola.gordovskyy@manchester.ac.uk](mailto:mykola.gordovskyy@manchester.ac.uk)

We analyze the structure of photospheric magnetic fields in three active regions based on Zeeman splitting of FeI 6301.5 and 6302.5 Å lines. Stokes components  $I$  and  $V$  are obtained with the SOT/Hinode telescope. Areas with observed magnetic fields 5–300 G outside sunspots are investigated. The spatial resolution is about 300 km. It was found that the splitting of these two lines corresponds to different values of  $B_{\text{eff}}$ , typical ratio of  $B_{\text{eff}}(6301.5) / B_{\text{eff}}(6302.5)$  is about 1.3. In addition, we find that the bisectors of  $I + V$  and  $I - V$  profiles of these lines (showing the Zeeman splitting on different distances from center of a line) are substantially different. These data indicate that the magnetic field in these active regions is formed by spatially unresolved elements with a field strength of 1.3–2 kG with small filling factor, surrounded by the ambient field with a strength of about 10–100 G. We estimate the diameter of one discrete fluxtube in range of 24 ÷ 53 km.

## Kinetic modeling of critical points in magnetized space plasmas

V. Olshevsky<sup>1</sup>, J. Deca<sup>2</sup>, A. Divin<sup>3</sup>, I. Bo Peng<sup>4</sup>, S. Markidis<sup>4</sup>,  
M.E. Innocenti<sup>5</sup>, E. Cazzola<sup>5</sup>, G. Lapenta<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str.,  
03680 Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Laboratory for Atmospheric and Space Physics (LASP), University of  
Colorado Boulder

<sup>3</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>High Performance Computing and Visualization (HPCViz), KTH  
Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

<sup>5</sup>Center for mathematical Plasma Astrophysics, KU Leuven, Belgium  
[sya@mao.kiev.ua](mailto:sya@mao.kiev.ua)

We present a survey of magnetic nulls and associated energy dissipation in different three-dimensional kinetic particle-in-cell simulations of space plasmas. The configurations under study include: a traditional Harris current sheet and current sheets with asymmetric density distribution, dipolar and quadrupolar planetary magnetospheres, lunar magnetic anomalies, and decaying turbulence. Nulls are detected in the simulation snapshots by the topological degree method. In all runs except the quadrupolar magnetosphere the dominating majority of nulls are of spiral topological type. When supported by strong currents, these nulls indicate the regions of strong energy dissipation. Dissipation, often accompanied by the changes in magnetic topology, is caused by plasma instabilities in the current channels or on their interfaces. Radial nulls show less activity, they can be created or destroyed in pairs, via topological bifurcations. Although such events demonstrate energy release, they are rather rare and short-living. An important implication of our study to observations is that magnetic topology should not be considered independently of other plasma properties such as currents.

## Magnetic field measurements in sunspots using spectral lines with very low Lande factors

S.N.Osipov<sup>1</sup> and V.G. Lozitsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences,  
Zabolotnoho 27, Kiev03680, Ukraine  
[osipov@mao.kiev.ua](mailto:osipov@mao.kiev.ua)

<sup>2</sup>Astronomical Observatory of TarasShevchenkoNationalUniversity of  
Kyiv,  
Observatorna 3, Kyiv01053, Ukraine  
[lozitsky@observ.univ.kiev.ua](mailto:lozitsky@observ.univ.kiev.ua)

We present magnetic field measurements in several sunspots observed in June-July 2015. Observations were carried out on horizontal solar telescope ATsU-5 of Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of Ukraine. Spectra recordings were performed using the SBIG ST-8300 CCD camera. For observations of I+V and I-V spectra, the polarization mosaic made by V.I.Skomorovsky and quarter-wave plate were used. Measured spectra were corrected for flatfield, parasitic interference, and curvature of spectral lines. The Zeeman splittings in several spectral lines of MnI, FeI and NiI placed nearly FeI 5434.5 Å and FeI 6093.66 Å lines with effective Lande factors  $g_{\text{eff}}$  from  $-0.014$  to  $2.14$  were compared. Our main conclusions are the following:

a) as rule, spectral lines with largest Lande factors give the strongest Zeeman splitting in sunspot umbra that can be interpreted as a result of blending the Zeeman pi- and sigma-components in case of non-longitudinal magnetic field;

b) there are essential differences between lateral field profiles by different spectral lines; for example, such profiles obtained by FeI-1143 5432.950 Å and NiI-70 5435.871 Å lines have different shape, with almost flat and sharp top, although both lines have close Lande factors (0.67 and 0.5, respectively);

c) Zeeman splitting of FeI 6094.419 Å line with negative Lande factor ( $g_{\text{eff}} = -0.22$ ) corresponds to a line with  $g_{\text{eff}} > 0$ ;

d) FeI 5434.5 Å line ( $g_{\text{eff}} = -0.014$ ) has sometimes the splitting which corresponds to magnetic field of about 5–10 kG.

## NLTE spectropolarimetric diagnostics of the Si I 10827 Å line



N.G. Shchukina<sup>1</sup>, J. Trujillo Bueno<sup>2</sup>, A.V. Sukhorukov<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str.,  
03680 Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Instituto de Astrofísica de Canarias, 38205 La Laguna, Tenerife, Spain

<sup>3</sup>Institute for Solar Physics, Department of Astronomy,  
Stockholm University, AlbaNova

University Centre, SE-106 91, Stockholm, Sweden

[shchukin@mao.kiev.ua](mailto:shchukin@mao.kiev.ua)

The Si I 10827 Å is commonly used for the spectropolarimetric diagnostics of the solar atmosphere. The first goal of our study is to quantify the sensitivity of Stokes parameters of this line to the NLTE effects. Secondly, we construct the simple Si model atom which help to reduce the computing time of the NLTE inversion of this line without significant changes of its Stokes profiles as compared with more complicated model atom.

We investigate the impact of the NLTE effects on the Si I 10827 Å line by means of the multilevel radiative transfer calculations in a three-dimensional model taken from the magneto-convection simulations with small-scale dynamo action.

We find significant departures from LTE in the Si I 10827 Å line not only for the intensity but also for the linearly and circularly polarized profiles. At wavelengths around 0.1 Å where most of the Stokes  $Q$ ,  $U$ , and  $V$  amplitudes of the Si I 10827 Å line are formed the differences between the NLTE and LTE profiles turn out to be comparable with the Stokes amplitudes themselves. The deviations from LTE are increasing with increasing Stokes  $Q$ ,  $U$ , and  $V$  signals. For the circularly polarized radiation the NLTE effects correlate with the magnetic field in the layers where this radiation is formed.

The NLTE effects should be taken into account when diagnosing not only the emergent Stokes  $I$  profiles, but also  $Q$ ,  $U$ , and  $V$  profiles of the Si I 10827 Å line. The sixteen level model of the Si atom with 16 levels and 6 radiative bound-bound transitions suffice to provide an accurate description of the physics of formation of the Si I 10827 Å line with no significant change in its emergent Stokes profiles.

## **Relationship between lower and upper frequencies of solar drift-pair bursts**

YaroslavVolvach, Aleksander Stanislavsky

Institute of Radio Astronomy, 4 Chervonopraporna Str., Kharkiv 61002,  
Ukraine

[yarvolvach@ukr.net](mailto:yarvolvach@ukr.net)

The solar drift-pair (DP) bursts are one of enigmatic radio emission phenomena at decametric wavelengths occurring in the solar corona. Though there were many attempts to interpret the DPs, the understanding of DPs is not complete up to now. New observations with higher frequency and time resolution may provide some very important clues to comprehend the complex plasma processes responsible for the DP emergence. Such observations were made using a new numerical receiver/spectrometer at UTR-2. About 301 events of DPs were observed during 10-12 July of 2015. Their analysis was performed at 9-33 MHz. The occurrence of the DPs in the frequency range had a random nature. Our study shows that a statistically significant correlation exists between lower and upper frequencies at which each DP began and ended. The occurrence of forward DPs was more preferable at lower frequencies of the observations in comparison with reverse DPs whereas the number of reverse DPs noticeably dominates the amount of forward DPs at upper frequencies. This peculiarity is discussed in the light of the existing theories of solar astrophysics available in literature.

**Астрометрія та малі тіла  
Сонячної системи**

**Astrometry and Small Bodies  
of the Solar System**

## **U-magnitudes of stars and galaxies from the digitized astronegatives of Baldone Schmidt telescope**

I. Eglitis<sup>1</sup>, M. Eglite<sup>1</sup>, V.N. Andruk<sup>2</sup>, L.K. Pakuliak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Astronomy, University of Latvia, 19 Raina blvd., Riga, LV-1586, Latvia

<sup>2</sup>Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine

27 Akademika Zabolotnoho St., 03680 Kyiv, Ukraine

[andruk@mao.kiev.ua](mailto:andruk@mao.kiev.ua)

To the moment, there is the acute shortage of definitions of U-magnitudes of stars on the celestial sphere. Photographic observational archive of 1.2m Baldone Schmidt telescope contains 753 astronegatives in 314 fields exposed in Johnson U-band. The general purpose of the work is to provide U-magnitudes of all objects (stars, galaxies, asteroids, etc.), recorded on these plates. The first results of U-plates image processing give the positional accuracy of Tycho-2 stars about 0.1 arcsec and the photometric accuracy in the U-band in the range 0.1<sup>m</sup>-0.2<sup>m</sup>. Scans of plates have been obtained using Epson Expression 10000XL, 11000XL flatbed scanners with the spatial resolution 1200 dpi. The procedure of the processing has been carried out in LINUX/MIDAS/ROMAFOT environment.

## **A possible third component in the eclipsing binary system HS 2231+2441**

A.P. Vidmachenko<sup>1</sup>, Ya.O. Romanyuk<sup>1</sup>, Ya.O. Shliakhetskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str., 03680 Kyiv, Ukraine [vida@mao.kiev.ua](mailto:vida@mao.kiev.ua)

As of April 2016 reliably confirmed the existence of 2107 exoplanets in 1349 planetary systems; in 511 of them – founded more than one planet. About 20% from opened exoplanets are in binary systems. Under the influence of a third body, the position of the center of mass of this system, are periodically displaced relative to the observer. From a comparison of observed (O) and theoretical (C) values of eclipse moments, the unknown parameters of the light equation (O-C) are determined. That is, the study of

eclipsing binary system allows a series of several transits, depending on the orbital period of the smaller object. The gravitational influence of the third object to the first two one – leads to mutual perturbation of the orbits, and to variations in the time of transits occurrence. We present a photometric study of the system HS 2231+2441. It consists of a low-mass sub dwarf B star and brown dwarf. With a value of the orbital period  $P_{\text{orb}}=0.11058798^{\text{d}}$ , angle of inclination  $i=80,0^{\circ}\pm 0,3^{\circ}$ , mass ratio  $Q=0,17\pm 0,01$ , system's components have the following parameters:  $M_1=0,19\pm 0,15\cdot M_{\odot}$ ,  $M_2=0,033\pm 0,3\cdot M_{\odot}$ ,  $R_1=0,143\pm 0,0003\cdot R_{\odot}$ , и  $R_2=0,073\pm 0,09\cdot R_{\odot}$  [1]. Photometric measurements were obtained at the observatory Lisnyky by using of 0.36-m telescope [4-6]. We used a differential photometry method in which we compared the flow of program star and standard one. Observations of the 21 nights in the period from July 26 to December 2, 2015 are used for processing. The accuracy of determining for each measurement is in the range  $0,003\dots 0,009^{\text{m}}$  for different nights. On the basis of obtained data were created corresponding light curves. Next, we calculate the time difference between the centers of transits. Its time dependence showed the presence of a possible periodic change in the deflection of the middle transit time from the calculated average value. This may indicate the presence of a third object in the eclipsing binary system. For calculation we used the value of ephemerides of the deeper minimum  $t_0=\text{JD}2456865.40351$ , the estimated value of the period  $0.11058798^{\text{d}}$  and half period  $0.05529399^{\text{d}}$ . The calculated ephemerides were determined from the light curves by fitting of arcs minima to the nuclei of primary and secondary eclipses. Ephemerides of primary minimum given by the formula:  $\text{HJD}=2456865.40351+0.11058798^{\text{d}}\cdot E$ ; here E – is an integer indicating the ordinal number of a deeper peak. The amplitude of the periodic variation of minima moments, arising because of the orbital motion of around a close pair barycenter of the triple system, is less than  $0.0008^{\text{d}}$  (1.15 minutes) [2, 3]. It has been found that the periodic variation of the orbital period can be explained by the gravitational influence of a third companion on the central binary system with an orbital period of about  $97\pm 10^{\text{d}}$ . The periodogram analysis of observational data series indicates also on the periodicity with values of  $48\pm 5^{\text{d}}$ , and about  $200^{\text{d}}$ , but their reliability – significantly smaller. Let us note that we observed this eclipsing binary system, only about 125 days. Therefore reliably select the orbital period of the third body in the planetary system will help further observation.

Referenses. 1. Almeida L.A., et al. (2014) Modeling photometric and spectroscopic data of HS 2231+2441: an HW Vir type system with a brown

dwarf companion // RevMexAA (Serie de Conferencias), v. 44, p. 35–35. 2. Bogomazov A. I., et al. (2016) Timing of eclipsing binary V0873 Per: a third body candidate // *Astroph. & Sp. Sci.*, v. 361, article id.4, 6 p. 3. Khaliullin Kh.F., Khaliullina A.I. (2011) Orbital circularization of close binary stars on the pre-main sequence // *MNRAS*, vol.411, p. 2804–2816. 4. Krushevskaya V., et al. (2014) Determination of parameters of transit exoplanets, using data obtained at the small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso*, v. 43, no. 3, p. 458-458. 5. Kuznyetsova Yu., et al. (2014) Photometric researches of chromospheric activity variations for star systems with exoplanets using small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso*, v. 43, no. 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, v.7, p. 297-302.

### **Effects of non-gravitational forces on orbital evolution of active Centaurs**

N.S. Kovalenko, K.I. Churyumov

Astronomical Observatory of Kyiv National Tarasse Shevchenko  
University  
Kyiv, Ukraine  
[kievplanet@ukr.net](mailto:kievplanet@ukr.net)

Currently there are 26 active Centaurs known among 121 discovered. In the present study we have investigated the influence of cometary activity on their orbital evolution by using orbital evolution integrator. Since there is no information on exact values of non-gravitational forces for these cometary Centaurs, because of their large heliocentric distances, we assumed their non-gravitational forces as the one for comet Halley with coefficient of  $1/r^2$ , where  $r$  is perihelion distance. As a result we got the differences in perihelion passage dates for active Centaurs and differences in their perihelion distances during one period around the Sun and longer time-span.

## **Spectral peculiarities of major Jovian satellites.**

Y.Kuznyetsova<sup>1</sup>, A.Vidmachenko<sup>1</sup>, V.Krushevskaya<sup>1</sup>, A.Klyanchin,  
S.Velichko<sup>2</sup>, I.Sokolov<sup>2</sup>, A.Bondar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str.,  
03680 Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>International Center for Astronomical, Medical and Ecological  
Research (IC AMER), NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str., 03680 Kyiv,  
Ukraine

[sagittari07@gmail.com](mailto:sagittari07@gmail.com)

Rotation of Io and Europa, major satellites of giant planet Jupiter, around the central planet is synchronous. Thereby it is possible to observe leading and driven hemispheres at the moments of east and west elongations. They constantly are directed along and against the orbital motion respectively. Detailed analysis of observations obtained with spectral resolution  $R=45000$  points to a number of features for surfaces of leading and driven hemispheres of Io and Europa. Leading hemispheres is much brighter and less polluted by “not icy” material.

One explanation of difference between spectra for leading and driven hemispheres of synchronous satellites of giant planets is interaction of satellite surfaces with interplanetary space in powerful magnetosphere of Jupiter. Our preliminary spectral observations clearly indicate the substantial transformation of the top layer of satellite surface soil. Clarification of spectral differences of leading and driven hemispheres using data obtained during different years was done.

Spectral data researching in this work were obtained at 2-meter mirror telescope Zeiss-2000 (peak Terskol Observatory, Northern Caucasus) using high resolution echelle spectrometer in visible wavelength range.

## **Albedos of asteroids from stellar occultations: new calculations and revision of previously obtained data**

O. I. Mikhalchenko<sup>1</sup>, V. G. Shevchenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Astronomical Institute of Kharkiv Karazin National University, Sumska Str. 35, Kharkiv 61022, Ukraine, [fantomsky@yandex.ua](mailto:fantomsky@yandex.ua)

<sup>2</sup>Deptment of Astronomy and Space Informatics of Kharkiv Karazin National University, Svobody Sqr. 4, Kharkiv 61022, Ukraine, [shevchenko@astron.kharkov.ua](mailto:shevchenko@astron.kharkov.ua)

Diameters of asteroids obtained from direct measurements of stellar occultations are more accurate than data obtained from other methods (except diameters derived from the space missions to selected asteroids, but such data are still very few). If the asteroid absolute magnitude is known at the time of occultation, one can get the most accurate value of its albedo. This work was first carried out by Shevchenko and Tedesco (2006) (Shevchenko V. G., Tedesco E. F., 2006. *Icarus* 184, 211). They have determined albedos for 57 asteroids using the highest quality occultation diameter data. Subsequently this data was successfully used for calibration of the asteroid albedos obtained by other methods (Masiero J. R., et al., 2011. *Ap. J.* 741, 68; Cellino A., et al., 2012. *JQSRT* 113, 2552). Over the past ten years database of occultation diameters increased very significantly. Moreover, a new phase-curve function H, G1, G2, proposed in 2010 by Muinonen et al. 2010. (Muinonen et al., 2010. *Icarus* 209, 542), allows to determine the absolute magnitudes of asteroids with more qualitative accounting of the opposition effect. Also new high-precision magnitude-phase dependences including extremely small phase angles  $<1^\circ$  are available, in particular for asteroids with known occultation diameters (Shevchenko V. G., et al., 2008. *Icarus* 196, 601; Shevchenko V. G., et al., 2016. *PSS* 123, 101). Thus, the opportunity to significantly increase the amount of accurate data on albedo has appeared, so we can expand the albedo scale into new taxonomic classes of asteroids and smaller sized objects.

In this work we present new estimates of albedo for asteroids from the updated database on stellar occultations and results of revision of previously obtained data on the albedo of asteroids taking into account the more precise values of their absolute magnitudes. Correlations between sets of albedo derived from stellar occultations and from other methods (mainly according to infrared observations) are also examined.



## **The investigation of multiplet structures in meteor spectra**

A.M. Mozgova

Astronomical Observatory, Kyiv National Taras Shevchenko University,  
04053 Observatorna St., 3 Kiev, Ukraine

[alenamozgova@mail.ru](mailto:alenamozgova@mail.ru)

The structures of the iron multiplets and some other elements observed in spectra of meteor comas were considered. The catalog of iron multiplets lines was made. For each term there are indicated energy levels and wavelengths of spectral lines. For clearly explaining the transitions that accompany the radiation in given multiplets the complete Grotrian diagrams were constructed.

Spectral analysis has an important role in understanding the physical processes which occur in meteor comas. Each meteor spectrum contains a large number of spectral lines belonging to atoms of different chemical elements and has a multiplet structures. The multiplets are usually spaced pairs or triples of lines but the multiplet may consist of one or more lines than three. The studying of multiplet structures in meteor spectra makes it possible to investigate the properties and a behavior of atoms of the meteor body matter. It can be used for creating models of physical and chemical processes which occur during the meteor flight in the Earth's atmosphere.

For some tasks of meteor physics it needs to know not only the wavelength of a line and its belonging to some multiplet, but also both the excitation potentials of the upper and lower levels. This is useful, for example, for the study of the atoms distribution over the levels and how it differs from the Boltzmann distribution, as well as for the construction of curves growth and for determining the temperature excitation in the meteor coma, etc. For this purpose, the Walt Grotrian diagrams or chart of terms are built. They show the allowed transitions between the energy levels of the atoms. These diagrams can be used for one or more electrons (multielectrons) in the atom. The specific selection rules are taken into account in their construction. These rules are related to the change in angular momentum of the electron.

**Astrometry and photometry of the digitized  
photographic plates of the Kitab's zone of the Photographic Sky  
Survey**

M.M Muminov<sup>1</sup>, Q.X. Yuldoshev<sup>2</sup>, Sh.A. Ehgamberdiev<sup>2</sup>, H. Relke<sup>3</sup>,  
Yu.I. Protsyuk<sup>4</sup>, V.N. Andruk<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Andijan State University, 129 University Str., 170100 Andijan,  
Uzbekistan, muminov\_mm@mail.ru

<sup>2</sup>Ulugh Beg Astronomical Institute of the Uzbek Academy of Sciences,  
33 Astronomicheskaya St., 100052 Tashkent, Uzbekistan,  
qudratillo@astrin.uz

<sup>3</sup>Walter Hohmann Observatory, Wallneyer St.159, 45133 Essen, Germany,  
helena\_relke@yahoo.com

<sup>4</sup>Research Institute "Nikolaev Astronomical Observatory", 1  
Observatornaya St., 54030, Mykolaiv, Ukraine, yuri@nao.nikolaev.ua

<sup>5</sup>Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of  
Ukraine, 27 Akademika Zabolotnoho St., 03680 Kyiv, Ukraine,  
andruk1058@ukr.net

The Kitab Observatory of the Ulugh Beg Astronomical Institute (UBAI) was involved to the Photographic Sky Survey (abbreviation in Russian is FON) project from 1981 till 1996. During this period there were exposed more than 2600 photographic plates using Double Astrograph of Zeiss (DAZ, D/F = 40/300). The first stage of processing of the photographic material includes digitization of 1900 photographic plates in zones of the southern sky with declination between -2 and -18 degrees. The 1015 plates have already been processed using Epson Expression 10000XL flatbed scanner with the spatial resolution of 1200 dpi. The equatorial coordinates of stars and galaxies were determined in the system of the Tycho2 catalogue and the B-magnitudes in the system of the photoelectric standards. The processing of the digitized images was carried out in four astronomical institutes: UBAI, Tashkent (Uzbekistan), WHO, Essen (Germany), RI NAO, Nikolaev (Ukraine), MAO NASU, Kyiv (Ukraine). For the data reduction the MIDAS package and software, developed in the MAO NASU were used. Based on the results of the processing of the negatives in the sector of right ascension 0-15 and 18-24 hours and declination from + 2° to -14° the internal errors of the catalogue were estimated. The errors calculated for all stars are 0.2 arcsec and 0.18 mag respectively. For the stars brighter than 14

magnitude the errors are 0.1 arcsec and 0.1 mag for the equatorial coordinates and B-magnitudes respectively.

### **Could it be the ninth planet in the Solar system?**

A.P. Vidmachenko

Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of  
Ukraine.

[vida@mao.kiev.ua](mailto:vida@mao.kiev.ua)

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 its possible mass  $\approx 10$  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 15000 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.

But all these conclusions about the planet are based on computer calculations of the orbits of several known trans-Neptunian objects (TNOs), including Sedna, 2007TG422, 2004VN112, 2012VP113, 2010GB174 and 2013RF98. 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 the orbits orientation of these 6 TNOs and of 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 brightness for terrestrial observer was maximal, and the orbital velocity was the largest [2-4]. But after 50-100 years, they pass already a comfortable place in space for their possible discoveries. Then many thousands of years, these objects will move in remote areas of their orbits.

In this regard, it is reasonable to assume that several orders of magnitude greater amount of TNOs should be on the same or on similar orbits as those of 6 objects that were considered in Brown and Batygin calculations. But in currently they are not visible for a terrestrial observer, due to their location

far from perihelion distance. Due to the sheer eccentricity, the speed of their movement in an orbit near aphelion is several times less than the current speed values for newly discovered TNOs during their stay near perihelion.

In this regard, the probable number of the same relatively large TNOs with very eccentric orbits, - on the basis of purely probabilistic assumptions should not be counted in units; and there must be many thousands of units. Thus, the real pattern of the results of calculation for the entire ensemble of the existing remote objects will be strikingly differing from those listed in [1]. And the question of the presence of the ninth planet in the solar system remains on the agenda.

Most likely, it is necessary to raise the question of finding the many trans-Neptunian objects on highly eccentric and distant orbits, and not to try to search a single large planet.

References. 1. Batygin K., Brown M. Evidence for a Distant Giant Planet in the Solar System // *Astron. J.* 2016, vol. 151, no 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, vol. 62, p. 228-249. 3. Vidmachenko A.P. Sedna: the history of the discovery and its features // *Astronomical almanac 2006.* 2005, vol. 52, p. 201-212. 4. 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.

### **A possible third component in the eclipsing binary system HS 2231+2441**

A.P. Vidmachenko<sup>1</sup>, Ya.O. Romanyuk<sup>1</sup>, Ya.O. Shliakhetskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, 27, Zabolotnoho Str.,  
03680 Kyiv, Ukraine [vida@mao.kiev.ua](mailto:vida@mao.kiev.ua)

As of April 2016 reliably confirmed the existence of 2107 exoplanets in 1349 planetary systems; in 511 of them – founded more than one planet. About 20% from opened exoplanets are in binary systems. Under the influence of a third body, the position of the center of mass of this system, are periodically displaced relative to the observer. From a comparison of

observed (O) and theoretical (C) values of eclipse moments, the unknown parameters of the light equation (O-C) are determined. That is, the study of eclipsing binary system allows a series of several transits, depending on the orbital period of the smaller object. The gravitational influence of the third object to the first two one – leads to mutual perturbation of the orbits, and to variations in the time of transits occurrence. We present a photometric study of the system HS 2231+2441. It consists of a low-mass sub dwarf B star and brown dwarf. With a value of the orbital period  $P_{\text{orb}}=0.11058798^{\text{d}}$ , angle of inclination  $i=80,0^{\circ}\pm 0,3^{\circ}$ , mass ratio  $Q=0,17\pm 0,01$ , system's components have the following parameters:  $M_1=0,19\pm 0,15\cdot M_{\odot}$ ,  $M_2=0,033\pm 0,3\cdot M_{\odot}$ ,  $R_1=0,143\pm 0,0003\cdot R_{\odot}$ , и  $R_2=0,073\pm 0,09\cdot R_{\odot}$  [1]. Photometric measurements were obtained at the observatory Lisnyky by using of 0.36-m telescope [4-6]. We used a differential photometry method in which we compared the flow of program star and standard one. Observations of the 21 nights in the period from July 26 to December 2, 2015 are used for processing. The accuracy of determining for each measurement is in the range  $0,003\dots 0,009^{\text{m}}$  for different nights. On the basis of obtained data were created corresponding light curves. Next, we calculate the time difference between the centers of transits. Its time dependence showed the presence of a possible periodic change in the deflection of the middle transit time from the calculated average value. This may indicate the presence of a third object in the eclipsing binary system. For calculation we used the value of ephemerides of the deeper minimum  $t_0=\text{JD}2456865.40351$ , the estimated value of the period  $0.11058798^{\text{d}}$  and half period  $0.05529399^{\text{d}}$ . The calculated ephemerides were determined from the light curves by fitting of arcs minima to the nuclei of primary and secondary eclipses. Ephemerides of primary minimum given by the formula:  $\text{HJD}=2456865.40351+0.11058798^{\text{d}}\cdot E$ ; here E – is an integer indicating the ordinal number of a deeper peak. The amplitude of the periodic variation of minima moments, arising because of the orbital motion of around a close pair barycenter of the triple system, is less than  $0.0008^{\text{d}}$  (1.15 minutes) [2, 3]. It has been found that the periodic variation of the orbital period can be explained by the gravitational influence of a third companion on the central binary system with an orbital period of about  $97\pm 10^{\text{d}}$ . The periodogram analysis of observational data series indicates also on the periodicity with values of  $48\pm 5^{\text{d}}$ , and about  $200^{\text{d}}$ , but their reliability – significantly smaller. Let us note that we observed this eclipsing binary system, only about 125 days. Therefore reliably select the orbital period of the third body in the planetary system will help further observation.

Referenses. 1. Almeida L.A., et al. (2014) Modeling photometric and spectroscopic data of HS 2231+2441: an HW Vir type system with a brown dwarf companion // *RevMexAA (Serie de Conferencias)*, v. 44, p. 35–35. 2. Bogomazov A. I., et al. (2016) Timing of eclipsing binary V0873 Per: a third body candidate // *Astroph. & Sp. Sci.*, v. 361, article id.4, 6 p. 3. Khaliullin Kh.F., Khaliullina A.I. (2011) Orbital circularization of close binary stars on the pre-main sequence // *MNRAS*, vol.411, p. 2804–2816. 4. Krushevskaya V., et al. (2014) Determination of parameters of transit exoplanets, using data obtained at the small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso*, v. 43, no. 3, p. 458-458. 5. Kuznyetsova Yu., et al. (2014) Photometric researches of chromospheric activity variations for star systems with exoplanets using small telescopes // *Contrib. Astron. Obs. Sk. Pleso*, v. 43, no. 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, v.7, p. 297-302.

### **Температурна залежність амплітуди кометного люмінесцентного континуума**

В.О. Пономаренко<sup>1</sup>, В.Ф. Граняк<sup>2</sup>, К.І. Чурюмов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Астрономічна обсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка, Україна

<sup>2</sup> Вінницький національний технічний університет, Україна  
[vasilyponomarenko@gmail.com](mailto:vasilyponomarenko@gmail.com), [titanxp2000@ukr.net](http://titanxp2000@ukr.net)

Однією з особливостей явища люмінесценції є ефект температурного згасання люмінесцентного випромінювання при зростанні температури люмінофору. У цьому випадку інтенсивності люмінесцентного випромінювання від температури може бути представлена у наступному вигляді:

$$I_L = \frac{I_{\max}}{1 + qe^{\frac{-E_n}{kT}}}, \quad (1)$$

де  $I_{\max}$  – максимально можливе значення інтенсивності люмінесценції для даного люмінофора при сталому значенні інтенсивності і частоти збуджуючого випромінювання, на яку поширюються положення закону Больцмана.

З рівняння (1) видно, що температурне згасання проявляється лише при досягненні деякого критичного рівня температури люмінофора, який буде тим менше, чим меншою буде енергія переходу центру люмінесценції на більш високий енергетичний рівень. А при температурах, що є нижчими від критичного рівня інтенсивність випромінювання буде визначатися параметром  $I_{\max}$ , що в умовах значної віддаленості небесного тіла від Сонця можна вважати прямо пропорційним інтенсивності опромінення.

Тобто, можна припустити, що при наближенні комети (хімічний склад якої у розглянутих часових рамках може вважатися сталим) до Сонця, інтенсивність люмінесцентного континууму буде зростати обернено пропорційно квадрату відстані від Сонця до деякого критичного моменту, доки температура кометної коми, що є джерелом люмінесцентного континууму, не досягне точки початку температурного зрізу. Після цього спостерігатиметься різке зменшення амплітуди люмінесцентного континууму у межах полоси температурного зрізу, в кінці якої амплітуда люмінесцентного континууму зменшиться до нуля та залишатиметься такою при подальшому зростанні температури.

Враховуючи можливість формування люмінесцентного континууму за рахунок випромінювання деякої кількості люмінофорів, можливий ефект поетапного згасання окремих ділянок спектру люмінесцентного континууму, що буде обумовлюватися не співпаданням полоси температурного загукання для різних люмінофорів.

Зроблений висновок знаходить підтвердження у спектральних спостереженнях комет та експериментальних дослідженнях, наведених у роботах, присвячених явищу люмінесценції [1-3].

1. Гурвич А.М. Введение в физическую химию кристаллофосфоров / А.М. Гурвич // Учеб. пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1971. — 336 с.

2. Огородников И. Н. Люминесценция и электронные возбуждения в кристаллах  $\text{Li}_6\text{Gd}(\text{VO}_3)_3\text{Ce}^{3+}$  / И. Н. Огородников, И. Н. Седунова, Л. И. Исаенко, С. А. Журков // Физика твердого тела. – 2013. – том 54, вып. 3 – С. 457 – 464.

3. Казаринов Ю. Г. Люминесцентные свойства монокристаллов шпинели при воздействии ионизирующих излучений / Ю. Г. Казаринов, В. Т. Грицына, В. А. Кобяков, К. Е. Сикафус // Вопросы атомной науки и техники – 2002. – №3. – С. 53 – 57.

### **Каталог экваториальных координат и В-величин звезд программы ФОН**

В. Н. Андрук<sup>1</sup>, Л.К. Пакуляк<sup>1</sup>, В.В. Головня<sup>1</sup>, Г.А. Иванов<sup>1</sup>,  
А.И. Яценко<sup>1</sup>,  
С.В. Шатохина<sup>1</sup>, Е.М. Ижакевич<sup>1</sup>, Ю. И. Процюк<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Главная астрономическая обсерватория НАН Украины  
03680 Киев, ул. Академика Заболотного 27

<sup>2</sup> НИИ "Николаевская астрономическая обсерватория"  
Госинформнауки Украины  
54030 Николаев, ул. Обсерваторная 1  
[andruk@mao.kiev.ua](mailto:andruk@mao.kiev.ua)

По программе ФОН в рамках работ по рациональному использованию накопленных ресурсов ОЦА (Объединенный цифровой Архив) УкрВО в ГАО НАН Украины создан каталог экваториальных координат  $\alpha, \delta$  и В-величин звезд для северного полушария неба. Количество обработанных пластинок равно 2259. Оцифровка астронегативов осуществлялась с помощью сканеров Microtek ScanMaker 9800XL TMA и Epson Expression 10000XL, режим сканирования - 1200 dpi, размер пластинок - 30x30 см или 13000x13000 пкл. Каталог содержит порядка 19.45 млн. звезд и галактик до  $V \leq 16.5^m$  на эпоху 1988.1 г. Координаты звезд и галактик получены в системе каталога Tycho-2, В-величины в системе фотоэлектрических стандартов. Внутренняя точность каталога для всех объектов составляет  $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.23''$  и  $\sigma_V = \pm 0.14^m$  (для звезд в интервале  $V = 7^m - 14^m$  ошибки равны  $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.10''$  и  $\sigma_V = \pm 0.06^m$ ) для экваториальных координат и звездных В-величин соответственно. Сходимость между вычисленными нами и опорными положениями составляет  $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.06''$ , а сходимость с фотоэлектрическими звездными В-величинами равна  $\sigma_V = \pm 0.15^m$ . Ошибки по отношению к каталогу UCAC-4 равны  $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.31''$  (отождествилось примерно 18.74 млн. звезд и галактик).



## **Програма астрометричного та фотометричного моніторингу комет на спостережній станції в Лісниках – підсумки 10-річної роботи**

О.Р. Баранський

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[abaransky@ukr.net](mailto:abaransky@ukr.net)

Програму регулярних спостережень комет на телескопі АЗТ-8 в Лісниках (Код МРС - 585) було розпочато в квітні 2006 р. за ініціативи проф. К.І. Чурюмова. В окремі періоди до спостережень долучались: А.О. Сімон; К.І. Чурюмов, В.О. Пономаренко, Ф.І. Кравцов, І.В. Лук'яник, С.А. Борисенко (ГАО), а також учні МАН нині студенти: А.І. Жданов, К.А. Барінова, А.І. Воронцева. За 10 років, за даними сайту Minor Planet Center (MPC), протягом 429 спостережних ночей отримано 18 139 позиційних спостережень 494 комет. Зокрема в 2015 році, протягом 47 ночей отримано 3 780 позиційних спостережень 89 комет. Це дозволило нам, другий рік поспіль, посісти перше місце в рейтингу за кількістю позиційних спостережень комет серед 483 обсерваторій світу.

Серед найбільш цікавих спостережень комет варто відзначити: комету 73P, яка розділилась на 60 фрагментів, у квітні - травні 2006 року ми спостерігали 18 фрагментів; спостереження оболонки комети 17P після потужного спалаху на 15m; спостереження джетів навколо ядра комети 29P під час регулярних спалахів на 4-5m; успішні спостереження комети Головного поясу астероїдів 133P, яка в лютому - березні 2013 була слабшою 20m; спостереження морфології голови і хвоста комети 67P в 2015 р. в рамках виконання програми наземних спостережень комети на підтримку космічної місії "Розетта".

Завдяки спостереженням пилових джетів у кометі 81P/Вільд 27-28 березня 2010 р. виявлено дві активні ділянки на поверхні ядра. Вісь обертання ядра комети на момент спостережень мала позиційний кут в картинній площині  $\approx 127 \pm 5^\circ$ . Порівняння з даними спостережень комети 81P/Вільд у попередніх появах а також у появі 2016 р. вказує на тривалий час існування активних ділянок на поверхні ядра комети.

Фотометричні спостереження комети C/2012 K5 (LINEAR), отримані 27.09.2012 р. дали змогу обчислити фізичні параметри пилових часточок у хвості комети: максимальний вік часточок становив 88 днів, їх радіус змінювався у межах від 0.7 до 100  $\mu\text{m}$ , швидкість вильоту коливалась у межах від 6 до 135 м/с.

Результати фотометричного моніторингу комети C/2011 J1 (LINEAR) в Лісниках незалежно опрацьовувались двома групами дослідників. Відомо, що комета розділилась на 3 фрагменти. За результатами досліджень міжнародної групи астрономів під керівництвом Ф. Манзіні обчислено абсолютну величину комети  $H=10.4$  її фотометричний індекс  $p=1.7$  та продуктивність води в перигелії 110 кг/с. Аналіз руху фрагмента В протягом серпня-грудня 2015 р. дозволив встановити, що початок фрагментації відбувався у часовому проміжку між 12 та 30 липнем 2015 р. Швидкість віддалення фрагменту В від ядра комети прискорено зростала від 4.22 м/с на початку фрагментації до 12.7 м/с під кінець спостереження у грудні 2015 р. Завдяки фотометричним спостереженням з'ясовано, що період обертання ядра становив 4.56 год., ядро було більше 8 км і мало витягнуту форму зі співвідношенням малої до великої півосей 0.675. За незалежними результатами українсько-словацької групи дослідників під керівництвом О.Іванової, встановлено верхній ліміт радіуса ядра комети  $< 9$  км, відносна швидкість фрагмента В 4.9 м/с. Високий рівень газо- та пилопродуктивності свідчить про те, що комета належить до динамічно нових довго-періодичних комет. Особливо активною комети була після проходження перигелію у зв'язку з процесом фрагментації ядра .

## **Астрометричні та фотометричні дослідження астероїдів на спостережній станції в Лісниках – підсумки 10-річної роботи**

О.Р. Баранський<sup>1</sup>, Ю.М. Круглий<sup>2</sup> В.В., Василенко<sup>1</sup>; В.Г. Годунова<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Астрономічна обсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[abaransky@ukr.net](mailto:abaransky@ukr.net)

<sup>2</sup>Науково-дослідний інститут астрономії Харківського  
національного університету ім. В. М. Каразіна

Астрометричні спостереження астероїдів на спостережній станції в Лісниках (MPC 585) розпочалась у 2006 р. паралельно з програмою досліджень комет. Вони розвивались у двох напрямках. Перший – спостереження щойно відкритих астероїдів з метою підтвердження достовірності відкриття та первісного визначення елементів орбіт (програма NEO Conformation Page of MPC). Другий – спостереження астероїдів, які потрапляли в поле кометних знімків. Цілеспрямовані фотометричні спостереження астероїдів розпочались у 2010 р. завдяки співпраці з інститутом астрономії Харківського національного університету в рамках програм ISON та GAIA. У 2014 році в рамках проекту «Фізичні та динамічні властивості ансамблю малих тіл Сонячної системи» розпочато спільні дослідження з обсерваторією Терскол МЦ АМЕД НАН України, у результаті яких було відстежено та визначено фізичні характеристики низки потенційно небезпечних астероїдів.

Усього за 10 років, за даними Minor Planet Center (MPC), у Лісниках отримано 5983 позиційних спостережень 448 астероїдів.

Починаючи з 2011 р. ми берем участь у низці міжнародних програм з досліджень вибраних астероїдів. Зокрема, в першій половині 2011 р. отримано тривалі серії точних фотометричних спостережень навколосемних астероїдів (1865) Cerberus, (2100) Ra-Shalom і (3103) Eger з метою виявлення і подальшого дослідження явища можливої вікової зміни швидкості обертання невеликих астероїдів неправильної форми під дією сонячного світла (YORP-ефект). На основі аналізу сучасних й архівних спостережень встановлено фізичну модель трьох астероїдів (форму, напрям осі обертання, період обертання і його можливі зміни). Виявлено ефект вікового розкручування (зростання частоти обертання) астероїда

(3103) Eger на величину  $(1.4 \pm 0.6) 10^{-8} \text{ rad d}^{-2}$ , тоді як обертання двох інших астероїдів лишається більш стабільним.

Після відкриття астероїда (99942) Апофіз (2004 MN4) дослідники вказали на його можливе зіткнення з Землею у 2029 або 2036 року. Остаточно дати відповідь на питання, чи зіткнення відбудеться, змогли позиційні спостереження астероїда під час проходження перигелію у 2013 році. Ми приєднались до міжнародної компанії дослідження астероїда Апофіз під егідою космічного проекту GAIA, отримавши серію позиційних спостережень астероїда протягом трьох ночей у лютому-березні 2013 р. Завдяки спостереженням 2013 р., рівень загрози астероїда 99942 за Турінською шкалою було зменшено з четвертого (тісне зближення, потребує уваги астрономів) до нульового (небезпеки немає). Також, в рамках програм GAIA, ми брали участь у триангуляційних спостереженнях навколосемного астероїда 2014 HQ124 та в колективній програмі з фотометричних спостережень астероїдів - ISON.

### **Програми спостережень на Київському Меридіанному аксіальному крузі в 2001-2015 рр. та їх результати**

М. І. Буромський<sup>2</sup>, П. Ф. Лазоренко<sup>1</sup>, В. Л. Карбовський<sup>1</sup>,  
Л. М. Свачій<sup>1</sup>, С.І. Касьян<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Головна астрономічна обсерваторія НАН України,  
Київ, Україна.

<sup>2</sup>Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[karb1234@ukr.net](mailto:karb1234@ukr.net)

З 2001 по 2015 рр. на комплексі МАК, оснащеному ПЗЗ камерою, виконано три програми спостережень. В першій програмі були проведені спостереження зірок у площадках з радіоджерелами – об'єктами ICRF з метою створення опорного астрометричного каталогу зірок до  $V=17m$  у напрямку на позагалактичні радіоджерела. Програма включала 192 позагалактичних радіоджерела, рівномірно розміщених у зоні схилень  $0^\circ +30^\circ$ . Отримано астрометричний каталог КМАС1, що містить 115032 зірки в 192 полях. Похибки положень для зірок  $V<14m$  по внутрішній збіжності становлять 30-50mas. При порівнянні з

іншими каталогами встановлено, що похибки положень і фотометричних  $V$  величин становить 40-70 mas та 0.05-0.07mag відповідно. Для зірок  $V > 16m$  відповідні оцінки становлять 160mas, 200mas та 0.1mag.

В 2003 році почата довгострокова програма спостережень зірок в екваторіальній зоні з 4-кратним перекриттям сканів. Програма мала на меті поширення опорної системи Hipparcos-Tucho на зірки до  $V=17m$  та отримання їх фотометричних характеристик. У рамках цієї програми на ПЗЗ-камері з матрицею ISD017AP отримано 98 спостережуваних ночей і створено астрометричний каталог КМАС2 положень та зоряних  $V$  величин зірок до 17m в зоні схилень від 0 до  $+2^\circ$ . Каталог містить 1.09·10<sup>6</sup> зірок та базується на спостереженнях отриманих на меридіанному крузі МАК в 2001 – 2005 рр. Похибка положень та фотометрії 50 – 70 mas та 0.05 – 0.08m відповідно для зірок 11 – 14 зоряної величини.

З 2010 по 2015 рр. отримано 125 ночей спостережень з ПЗЗ-камерою Arogee Alta U47 і створено астрометричний каталог КМАС3 положень та зоряних  $V$  величин зірок до 17m в зоні схилень від  $+2^\circ$  до  $+5.5^\circ$ . Каталог містить 2.05·10<sup>6</sup>. Похибка одного спостереження для зірок  $V < 14m$  становить 80 – 130 mas. Для зірок, що спостерігались 3 - 4 рази, похибка положень каталогу по внутрішній узгодженості становить 50 - 80 mas для зірок  $V < 14m$ , та 80 – 200 mas для зірок  $14m < V < 16m$ .

### **Kinematic parameters of the Galaxy using the XPM catalogue data.**

A. B. Velichko, V. S. Akhmetov, P. N. Fedorov  
Institute of Astronomy of Kharkiv National University, 35 Sumska  
Str., 61022, Kharkiv, Ukraine  
astronomo@mail.ru

We present our results of kinematic investigations of our Galaxy using the XPM catalogue data. XPM is a high-density catalogue covering the whole celestial sphere in the range of magnitudes from 10 to 20. It is based on the data of the 2MASS and USNO-A2.0 catalogues and contains the HCRF positions and absolute independent from HCRF proper motions of about 314 million stars.

We derived kinematic parameters of the Galaxy using two different methods.

The first method is traditional and based on estimating the parameters of the standard physical Ogorodnikov-Milne model. In this case it is assumed that the stellar velocity field is entirely described by these model parameters. But any physical model can be incomplete, so, following the ideas used in works of Vityazev, Tsvetkov and Shuksto, we also use the second, alternative mathematical approach based on decomposition of the data under study in vector spherical harmonics (VSH), which are the complete orthonormal set of functions on the sphere. From a mathematical viewpoint the latter model is complete, i.e. it provides the full information about kinematics of stars under investigation.

Theoretically, comparing results taken using both methods it is possible to establish the correspondence between the decomposition coefficients in mathematical model and the parameters of the Ogorodnikov-Milne one. Also it is possible to check whether the adopted model is compatible with the observations.

At first, we solved the system of the Ogorodnikov-Milne equations by the least-square method. As a result we derived the components  $U, V, W$  of the Sun motion (apex) relative to the chosen centroid of stars, the components  $\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z$  of the solid-body rotation of this centroid and the parameters of deformation tensor  $M^+$ , which describes the deformation of stellar velocity field (contraction — extension along the principal axes and deformations in three orthogonal planes).

At the second stage, we selected all statistically significant harmonics up to polynomial degree 56 and calculated the decomposition coefficients in VSH for the same stellar velocity field. Then using the known mathematical expressions for connection between the decomposition coefficients and kinematic parameters we derived the latter. Vityazev et al. have shown that the Ogorodnikov-Milne model is completely described by the set of harmonics whose order in index  $n$  does not exceed two.

The first our result is that we confirmed conclusions of other authors about the existence of out-of-model harmonics. Establishing the physical meaning of these harmonics is a separate problem. Secondly, we figured out that not all parameters of the Ogorodnikov-Milne model are statistically significant, and the set of parameters depends on the stellar sample. Kinematic parameters derived using both methods are consistent within the error limits. Also we found the dependence of parameters and decomposition coefficients on magnitude.

For comparison, we calculated kinematic parameters using data of several other modern catalogues. Taken results are consistent for faint magnitudes.

### **Вычисления основных кинематических параметров метеоров по телескопическим ТВ наблюдениям на сверхдлинных базах**

А.В. Голубаев

НИИ астрономии Харьковского национального университета им.

В.Н. Каразина, 61022, ул. Сумская 35, Харьков, Украина

[alexandr\\_sky@mail.ru](mailto:alexandr_sky@mail.ru)

Представлены базисные наблюдения в Одессе (станция Крыжановка) и остров Змеиный в 2010 и 2011 годах. Наблюдения проводились одновременно с двух пунктов, расположенных на расстоянии 152 км. Во время наблюдений в августе 2010 года и августе 2011 г. были зарегистрированы ~150 метеоров событий. Представлены некоторые предварительные результаты.

Для обработки ТВ наблюдений метеоров было создано программное обеспечение. Это позволяет осуществлять весь цикл обработки базы данных: от предварительной обработки метеорных изображений до вычисления элементов орбиты. В разработанном программном обеспечении реализуются астрометрические измерения, расчет траектории метеора в атмосфере Земли и вычисления гелиоцентрической орбиты. Используемая методика учитывает не синхронность по времени наблюдений между наблюдательными инструментами. Предложен способ измерения положения изображения метеорного тела на телевизионном кадре в определенный момент времени при наблюдениях в чересстрочном режиме работы телевизионной камеры.

Ошибка определения траектории метеора составляет  $\sim (10 - 12)$  угл. секунды. Ошибка определения полюсов большого круга траектории метеора  $\sim (3-13)$  угл. минут. Ошибка определения радианта метеора  $\sim (0.5-1.5)$  угл. град. Ошибка определения атмосферной скорости метеора порядка 3 процентов.

## Термическая десорбция вещества пылевых частиц вблизи Солнца

А.В. Голубаев

НИИ астрономии Харьковского национального университета им.  
В.Н. Каразина, 61022, ул. Сумская 35, Харьков, Украина  
[alexandr\\_sky@mail.ru](mailto:alexandr_sky@mail.ru)

Работа посвящена исследованию физических и кинематических свойств пылевых частиц, которые приближаются на расстояния менее 0.1 а.е. к Солнцу. В результате статистического и количественного анализа базы данных метеорных видеонаблюдений (каталог SonotaCo, Япония, <http://sonotaco.jp/doc/SNM/>) обнаружены следующие закономерности:

1) Некоторая часть метеорных частиц спорадического фона имеет элементы орбит сходные с околосолнечными кометами;

2) В распределении метеорных частиц по перигелийным расстояниям наблюдается резкое уменьшение численности наблюдаемых метеорных тел с  $q < 0.08$  а.е.;

3) Приток в земную атмосферу околосолнечных пылевых частиц зафиксированных на послеперигелийной части своих гелиоцентрических орбит приблизительно в 20 раз слабее доперигелийных;

4) В распределении по массам обнаружено смещение максимума (в сторону меньших масс) для околосолнечных пылевых частиц, которые зафиксированы на послеперигелийной части орбит. Объясняется испарением части вещества метеороидов при прохождении перигелийной области на гелиоцентрических расстояниях менее 0.1 а.е.;

5) Наблюдения комет позволяют установить зависимость температуры пылевых частиц как функция гелиоцентрического расстояния:  $T = r^{-0.55}$ . Данная зависимость отличается от аналогичных зависимостей, полученных для излучения абсолютно черных тел и по наблюдениям термического излучения Зодиакального света. Указанная зависимость позволяет в дальнейшем провести модельные расчеты по изучению испарения пылевого вещества вблизи Солнца;

6) Выявлены новые группы и подгруппы метеорных радиантов, связанных с частицами околосолнечного спорадического пылевого фона. Каждая из групп радиантов принадлежат кометным семействам:



радианты с элонгациями от Солнца порядка  $30^\circ$  и  $155^\circ$  – семействам комет Марсдена и Крахта, а радианты с элонгациями от Солнца порядка  $50^\circ$  и  $135^\circ$  – семейству комет Крейца.

### **О связи долгопериодических комет и крупных транснептуновых планетных тел**

Р.А. Гулиев, А.С. Гулиев  
Шамахинская Астрофизическая Обсерватория, НАН Азербайджана,  
пос. Ю. Мамедалиева, Шамаха, Азербайджан  
[rustamdb@gmail.com](mailto:rustamdb@gmail.com)

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 анализируется 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.

**Каталог астрономических положений восьми спутников  
Сатурна, полученный из фотографических наблюдений  
в ГАО НАНУ в 1961-1990 гг.**

Yizhakevych O.M., Andruk V.M., Pakuliak L.K.

Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences.  
27 Akad.Zabolotnogo St., 03680, Kyiv, Ukraine  
[izhak@mao.kiev.ua](mailto:izhak@mao.kiev.ua)

В рамках национального проекта «Украинская Виртуальная Обсерватория» завершена работа по созданию КАТАЛОГА 1385 астрономических положений и звездных величин восьми спутников Сатурна (S2-S9) по наблюдениям в ГАО НАНУ в 1961-1990 гг. на четырех телескопах. Редукция выполнена на основании программного комплекса, созданного и разработанного в ГАО. Опорной системой была выбрана система звездного каталога TYCHO2. Внутренняя точность определений положений составляет  $\pm 0.09 - \pm 0.22$  arcsec. Точность определения фотографических звездных величин -  $\pm 0.27 - \pm 0.37$  mag.

**Підтвердження дії специфічного негравітаційного ефекту в  
поjasі астероїдів за новими даними**

А.М. Казанцев, Л.В. Казанцева  
Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[ankaz@observ.univ.kiev.ua](mailto:ankaz@observ.univ.kiev.ua)

Вперше про можливість існування в поjasі астероїдів негравітаційного ефекту (НГЕ), що викликає просторове розділення тіл з різними альbedo, було вказано біля 10 років тому. Про це свідчать точні розрахунки еволюції орбіт астероїдів та розподіли альbedo тіл в окремих сімействах астероїдів. При цьому була використана база IRAS, що містить дані про альbedo та розміри 2228 астероїдів.

На сьогодні є можливість використати базу WISE, що включає альbedo та розміри понад 80 тисяч астероїдів. Крім того, сучасні

каталоги орбіт астероїдів мають дещо менші похибки порівняно з каталогами 10-річної давності. Тому повторне дослідження цього питання має сенс.

Виконано чисельні розрахунки еволюції орбіт астероїдів, включених до баз даних альbedo IRAS та WISE., від 2005 р. до 2016 р. Аналіз результатів розрахунків дозволяє зробити висновок, що в наші дні в русі помітної частини (не менш 5%) астероїдів головного поясу з розмірами до 40 км та альbedo  $p_v < 0.2$  позначається вплив НГЕ кометної природи. Такі НГЕ приводять до збільшення великих півосей орбіт низькоальбедних астероїдів у порівнянні з великими півосями орбіт тіл з більшими альbedo. Швидкості збільшення великих півосей астероїдів з  $p_v < 0.1$  за рахунок НГЕ можуть досягати  $3-6 \times 10^{-8}$  а.о. за рік.

В процесі оцінки точності розрахунків в одному з каталогів Міжнародного центру малих планет на 2003 р. виявлені помилки в елементах орбіт астероїдів, не пов'язані з точністю результатів спостережень, використаних для визначення елементів орбіт.

Виявлений НГЕ може відігравати помітну роль у поясненні такого спостережного факту, як зменшення середнього значення альbedo астероїдів головного поясу зі збільшенням відстані від Сонця. Крім того, даний НГЕ може допомогти у вирішенні проблеми походження астероїдів групи Гільди та троянців Юпітера.

### **Пошук можливих зв'язків гравітаційного впливу Сонця й Місяця із землетрусами**

А.М. Казанцев, Л.В. Казанцева

Астрономічна обсерваторія

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Київ, Україна

[ankaz@observ.univ.kiev.ua](mailto:ankaz@observ.univ.kiev.ua)

Якщо існує вплив Місяця й Сонця на виникнення землетрусів, то фізична природа такого впливу може бути лише гравітаційною. Можливий гравітаційний вплив викликає рівнодійна припливних сил Місяця й Сонця, а не їх окрема дія. Описано алгоритм обчислення припливних сил Місяця й Сонця та їх рівнодійної. Наведено відносні зміни цих сил з часом для різних точок земної поверхні та на різних

глибинах. Зроблені попередні рекомендації по пошуках зв'язків гравітаційного впливу Місяця й Сонця із землетрусами.

Для обчислення припливних сил Місяця й Сонця використовувалася відома сучасна програма DE406/LE406. Крім того, було створено додаткові програми для розрахунку деяких параметрів, розрахунки яких не закладені безпосередньо в DE406/LE406. Обчислювалися припливні сили Місяця  $F_{\text{tm}}$  й Сонця  $F_{\text{ts}}$ , а також їх рівнодійна  $F_{\text{ms}}$  для різних широт (від  $+90^\circ$  до  $-90^\circ$ ) та глибин гіпоцентрів (від 0 до 700 км). Припливна сила Місяця інколи в 5 разів перевищує припливну силу Сонця, а інколи ці сили практично зрівнюються.

Для різних широт діапазон зміни величини  $F_{\text{ms}}$  істотно різний. При невеликих широтах ( $-25^\circ < \varphi < 25^\circ$ ) максимальне значення рівнодійної в одному пункті на поверхні Землі може перевищувати мінімальне в 40 разів, поблизу полюсів ( $85^\circ < \varphi$  та  $\varphi < -85^\circ$ ) – менше ніж в два рази. Найбільших значень величина  $F_{\text{ms}}$  досягає в зоні широт  $\pm 30^\circ$ . На високих широтах ( $80^\circ < \varphi$  та  $\varphi < -80^\circ$ ) рівнодійна постійно направлена під землю.

Припливні сили, як і їх рівнодійна зменшуються з глибиною. На глибинах 700 км рівнодійна на 12 % менша, ніж на поверхні.

Можна зробити припущення, що вплив Місяця й Сонця буде сильніше впливати на виникнення землетрусів на відносно менших глибинах та поза межами полярних зон Землі.

## **Точність переобробки оцифрованих фотографічних спостережень**

Казанцева Л.В.

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна

Сучасні міжнародні каталоги та бази даних результатів фотографічних спостережень містять цінну та унікальну інформацію практично про всі небесні об'єкти, які були доступні для наземних спостережень протягом понад півтора сторіччя. Переопрацювання

оцифрованих астрономічних зображень з новими зоряними каталогами та теоріями руху дозволяють отримати нові вагомі дані в багатьох напрямках галузі.

Але спільна обробка тривалих часових рядів вимагає спеціального підходу до оцінки точності самого сканування, кінцевого результату і окремих спостережних даних конкретних інструментів, емульсій і умов проведення спостережень. Аналіз існуючих способів оцінок астрометричної та фотометричної точності, точності різних типів сканерів, порівняння однотипних обробок, спеціальні опрацювання зоряних полів зі стандартами дозволили виділити ряд закономірностей, знання яких має бути корисним в подальших обробках астрономічних сканів.

### **Параметры вращения ядра кометы 67 P/Чурюмова-Герасименко по снимкам в первом появлении**

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

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[klev@observ.univ.kiev.ua](mailto:klev@observ.univ.kiev.ua)

Комета 67P/Чурюмова-Герасименко была открыта 23 октября 1969 года Климом Чурюмовым на фотопластинках, снятых Светланой Герасименко на 0.5 м телескопе Максутова в астрономической обсерватории астрофизического института имени В.Г.Фесенкова АН Казахстана в г. Алма-Аты на Каменском плато. После открытия комета наблюдалась фотографически для определения орбиты. Позднее комета 67P многократно наблюдалась другими исследователями. 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 эпох удалось установить, что они соответствуют трем активным областям для современного периода вращения ядра кометы 12.404 часа. Пространственное моделирование позволило определить координаты полюса оси вращения ядра кометы:  $\alpha=353^\circ\pm 20^\circ$ ,  $\delta=-17^\circ\pm 20^\circ$ , что существенно отличается от современного значения. Координаты активных областей: 1)  $\Delta\lambda=0^\circ$   $\varphi\geq 30^\circ$ , 2)  $\Delta\lambda=120^\circ\pm 15^\circ$   $\varphi\geq 40^\circ$ , 3)  $\Delta\lambda=180^\circ\pm 15^\circ$   $\varphi\geq 60^\circ$ , где  $\Delta\lambda$  – разница долгот с первой активной областью. Последняя может совпадать с активной областью Нарі, которая выделяется на космических снимках.

### **Моделювання руху слабого метеора дотичного до земної атмосфери**

П. М. Козак

Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка, Обсерваторна 3, 04053, Київ, Україна  
[kpm@univ.kiev.ua](mailto:kpm@univ.kiev.ua)

Проведено вивчення фотографічних та телевізійних каталогів метеорів на предмет наявності в них частинок з параметрами траєкторії, типовими для метеороїдів, які могли бути зареєстровані після точки мінімального зближення з Землею (зростання висоти над рівнем моря, зенітна відстань радіанта більше 90 градусів). Проведено аналіз метеорної фотографічної бази даних Міжнародного Астрономічного Союзу, мережі телевізійних спостережень японських любителів метеорної астрономії СонотаКо, та результатів

спостережень надслабких метеорів київської метеорної групи, зареєстрованих телевізійними системами типу суперізокон. Для теоретичної інтерпретації маломасових (0.001 – 10 г), дотичних до атмосфери метеороїдів пропонується використати класичну модель рідкої краплі (мікрометеорити Уіпла). Враховуючи те, що дотичний метеор може пролітати в розріджених шарах атмосфери на висотах 90 – 120 км, нехтується його гальмуванням, а систему рівнянь нагрівання та абляції метеорного тіла пропонується розширити рівняннями плавлення, яке в даному випадку може відіграти ключову роль. Рівняння плавлення було виведено на основі рівняння абляції та з введенням безрозмірного параметра. За допомогою розширеної системи рівнянь було отримано свідчення того, що кам'яні та залізні метеорні частинки вказаного діапазону мас можуть продовжувати випаровування і випромінювання після перигею, причому деякі з них згорають повністю, а частина покидає атмосферу в твердому чи розплавленому стані. Моделювання було проведено для кам'яних та залізних частинок.

### **Визначення напрямку обертання ядра комети за результатами поверхневої фотометрії**

Ф.І. Кравцов, І.В. Лук'яник, О.Р. Баранський

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
[iluk@observ.univ.kiev.ua](mailto:iluk@observ.univ.kiev.ua)

Напрямок обертання ядер комет є одним із важливих фізичних параметрів. Загалом його можна визначити за джетам чи іншими просторовим структурам, як це робилось, наприклад, для комети Гейла-Боппа. Та іноді бувають випадки коли однозначно встановити присутність просторових структур в голові комети на зображеннях є проблематичним. В доповіді подається метод визначення напрямку обертання в картинній площині за результатами поверхневої фотометрії, в основі якого лежить припущення, що на картину розподілу поверхневої яскравості голови комети впливає теплова інерція ядра комети. В якості перевірки припущення були використані

довгі ряди спостережень комети C/2009 P1 (Garradd), які були отримані на спостережній станції Астрономічної обсерваторії в с. Лісники на телескопі АЗТ8 (D=700 мм, F=2800 мм). Ефект теплової інерції ядра комети C/2009 P1 (Garradd) встановлювався двома методами: порівнянням інтегральної поверхневої яскравості по півкулям голови комети та градієнтним, в основі якого лежить залежність градієнта поверхневої яскравості від його кометоцентричних полярних координат.

### **Спектральні дослідження газопилових атмосфер комет C/2014 Q2 (Lovejoy) і C/2013 US10 (Catalina)**

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

Астрономічна обсерваторія  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна

[klivch@mail.ru](mailto:klivch@mail.ru), [vasiliyponomarenko@gmail.com](mailto:vasiliyponomarenko@gmail.com),  
[andrew\\_simon@mail.ru](mailto:andrew_simon@mail.ru)

Представлено результати спостережень і досліджень 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 = 0.48 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  $T = 5.2^m$ , кут елонгації складав S-O-T = 78°, фазовий кут S-T-O = 47°, позиційний кут – 55°. 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  $T = 6.5^m$ , кут елонгації складав S-O-T = 64°, фазовий кут S-T-O = 55°, позиційний кут – 300°.

На основі отриманого спектрального матеріалу була проведена ідентифікація спектральних 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 та спектрофотометричний градієнт.

### **Особенности кривых блеска избранных комет 2005-2016 гг.**

В.С.Филоненко<sup>1</sup>, К.И.Чурюмов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИИ Астрономии ХНУ им. В.Н.Каразина, Сумская, 35, Харьков-22, Украина

<sup>2</sup>АО КНУ им. Тараса Шевченко, Обсерваторная, 3, Киев-53, Украина

Построены и исследованы кривые блеска избранных ярких комет 2005-2015 гг. Определены фотометрические параметры  $H_0$ ,  $H_{10}$  и  $p$  этих комет, обнаружены изменения их значений до и после перигелия, изучены особенности вспышечной активности этих комет. Определены значения смещения максимума кривой блеска каждой кометы относительно момента прохождения через перигелий. Проводится сравнение построенных кривых визуального интегрального блеска с уровнем солнечной активности.

## Моніторинг сутінкових болідів у небі

К. І. Churyumov<sup>1</sup>, А. Ф. Steklov<sup>2</sup>, А. П. Vidmachenko<sup>2</sup>,  
Г. Н. Dashkiev<sup>2</sup>, Г.М.Бескін<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Астрономічна обсерваторія Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна [klimchur@ukr.net](mailto:klimchur@ukr.net)

<sup>2</sup>Головна астрономічної обсерваторії НАН України,  
вул. Заболотного, 27, г. Киев, 03680.

<sup>3</sup>Спеціальна астрофізична обсерваторія РАН, Ніжній Архиз, РФ

Феномен "Челябінський болід" 15.02.2013, призвів до пошкодження понад 1000 будівель і поранення більше 500 чоловік, після вибуху тіла вогненної кулі в атмосфері над Челябінськом. Зараз питання про небезпеку таких астрономічних явищ для життя і здоров'я громадян, а також для існування цілих країн, гостро стоїть на порядку денному. Зазвичай боліди залишити яскравий слід від іонізованого газу і пилу. Сліди іонізації можна побачити особливо добре в нічний час. Якщо метеорит вторгається в денний час на безхмарне небо і яскраве сонце, явище кульової блискавки може бути не видно. Але якщо слід вогненної кулі має помітні кутові розміри, можна бачити навіть в денний час.

Після польоту боліда залишається помітний слід від пилу, темні на світлому небі. Якщо такий пиловий слід висвітлюється променями Сонця, яке тільки що сховався за обрієм (або навіть в місячному сяйві), вона видна як яскраві смуги в нічному небі або в сутінках. Ось чому ми називаємо його сутінкових боліди. Як правило, астрономічні спостереження з використанням метеорних патрулів, проводять в нічний час після вечірнього астрономічних сутінків. Але з березня 2013 року по квітень 2016 року, автори отримали кілька тисяч різних треків в небі над Києвом. Таким чином, ми визначили спеціальний клас сутінкових спостережень болідів.

Ми реєструємо сліди вторгнення в атмосферу метеорних природного і штучного походження . У той же час, спостерігати сліди болідів на денному часу також можливо. Але вони менш ефективні, ніж в сутінках. Нічні спостереження яскравих метеорних слідів зазвичай можуть спостерігати менш десяти секунд. У той час як сліди сутінкових болідів, які ми спостерігали від декількох хвилин до двох годин, перш ніж вони будуть розсіяні атмосферними течіями. Це

відкриває великі перспективи для недорогих прямих експериментів зондування цих треків, використовуючи, наприклад, астрономічну авіацію.

Ми пропонуємо сутінкові доріжки підрозділяти на наступні види: АМТ - аеро-метеорологічних треків, АСТ - аерокосмічних, АТТ - АЕРО-технічні та НСТ - ще не класифікованих сліди невідомої природи.

В останні роки, геостаціонарні супутники часто реєструються спалахи в атмосфері яскравіше -17m. Типовий початковий розмір кам'яних тел мають 1-3 метрів. Якщо ці метеорити є складаються з льоду і снігу (фрагменти кометних ядер), їх розмір може бути збільшений до десятків метрів. Наприклад, Болід Тунгуска не залишив метеорит на поверхні Землі, тому що це був фрагмент кометного ядра. Це була безліч дрібних частинок пилу з більш низькою середньої густини з'єднаних між собою крижинок замерзлої води, вуглекислого газу та інших. Таким чином, таке тіло активно знищується під час польоту через атмосферу

Ми вважаємо, що астрономічні дослідження сутінкових болідів повинні бути засновані на детальному вивченні взаємодії планети з космічним середовищем, особливо з небезпечними метеоритами. За короткий період наших спостережень (з березня 2013), було зафіксовано падіння щонайменше десятків фрагментів кометних ядер, принаймні п'ять досить великих і десятки дрібних фрагментів метеороїдов. Результати наших спостережень показали також, що під час ранкових і вечірніх сутінках над Києвом чітко видно факелі аерозолів технічного характеру від заводів, фабрик та інших виробництв. Перспективною в моніторингу сутінкових болідів стане в 2016 р. автоматизована ширококутна система огляду неба Mini-MegaTORTORA, розроблена співробітниками САО РАН , яка має велике поле зору, близько 900 квадратних градусів і може виявити рухомий космічний об'єкт на відстані майже до декількох сотень тисяч кілометрів від Землі.

## Параметры инфразвуковых волн, сгенерированных Челябинским метеороидом 15 февраля 2013 г.

Л. Ф. Черногор<sup>1</sup>, А.И. Лящук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 4,  
пл. Свободы, 61022, Харьков, Украина,  
Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

<sup>2</sup>Главный центр специального контроля ГКА Украины, пгт. Городок,  
Украина

15 февраля 2013 г. в 03:20:22 UT (в 09:20:22 по местному времени) произошло редкое, но впервые в истории наблюдений хорошо задокументированное событие – падение и взрыв в районе г. Челябинск (Россия) метеороида. Пролет Челябинского метеороида сопровождался целым комплексом физических процессов в атмосфере, ионосфере и геомагнитном поле. Их описанию посвящен ряд работ.

По данным видеорегистраторов определены направление полета, угол наклона траектории к горизонту (около 18°) и начальная скорость космического тела ( $18.5 \pm 0.8$  км/с). По энергиям вспышки, ударной волны, акустических и сейсмических колебаний была оценена энергия взрыва (около 90 кт) и начальная кинетическая энергия (около 440 кт).

Одним из важных физических эффектов, сопутствовавших полету и взрыву метеороида, был эффект генерации акустико-гравитационных волн (АГВ), представляющих собой сочетание внутренних гравитационных волн (ВГВ) и акустических волн (инфразвука). Ранее нами исследованы проявления ВГВ на ионосферных высотах.

Как известно, АГВ начинают генерироваться на высотах, где баллистическая ударная волна становится достаточно сильной. Для Челябинского метеороида эта высота близка к высоте начала свечения следа метеороида ( $z \approx 50 - 55$  км). Интенсивность АГВ значительно увеличилась после основного энерговыделения (взрыва метеороида) на высоте около 23 км.

Целью настоящей работы является изложение результатов оценки параметров инфразвукового сигнала (времени запаздывания, длительности, спектрального состава, скорости) при его распространении в атмосфере, сравнение результатов наблюдений и моделирования параметров сигнала.

По данным инфразвуковых станций, определены основные параметры инфразвуковых волн, сгенерированных в процессе полета и

взрыва Челябинского космического тела: время запаздывания, длительность, спектральный состав и дисперсионная зависимость, а также скорость распространения. Проведено моделирование параметров инфразвуковых волн. Сравнение результатов моделирования и наблюдения показало их хорошее соответствие.

Основные результаты исследований сводятся к следующему.

1. В спектре инфразвукового сигнала, сгенерированного Челябинским метеороидом, содержались составляющие с периодом от 20–30 до 80–100 с.

2. Скорость прихода инфразвука, в зависимости от трассы изменялась от 239 (для западной по отношению к эпицентру взрыва станции) до 310 м/с (для восточной станции). Учет западного ветра привел к значению этих скоростей, равному 269 и 279 м/с соответственно. Для южных станций скорректированное значение скорости составляло 292–304 м/с.

3. Оцененная из наблюдений инфразвука скорость западного ветра оказалась около 31 м/с, что близко к скорости, полученной из метеонаблюдений.

4. Установлена линейная зависимость длительности инфразвукового сигнала от длины трассы. Оценена продолжительность излучения инфразвука (около 4 мин).

5. Получены экспериментальные дисперсионные зависимости (зависимости скорости распространения спектральных составляющих инфразвукового сигнала от их периода).

6. Обнаружена и объяснена тенденция к уменьшению дисперсионного эффекта при увеличении длины трассы.

**Атмосферні та іоносферні дослідження**

**Atmosphere and Ionosphere Research**

## Effects of Rocket Engine Burns in Geospace

L.F. Chernogor, V.T. Rozumenko

V. N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svoboda Square, 61022  
Kharkiv, Ukraine Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

A large number of papers investigate physical processes resulting from the booster stages of rockets burns (RB) and orbital maneuvering subsystem (OMS) engine firings. Usually, effects along the orbital track where burns occur are described. The distinctive feature of our study is the investigation of physical processes in the Earth-atmosphere-ionosphere-magnetosphere system (EAIMS) caused by remote impacts from RB burns, at distances of  $\sim (1 - 10) 10^3$  km. Effects from approximately 5 thousands of RB burns have been analyzed, which also include 32 crashes, 52 OMS burns during Space Shuttle landings, and four Space Station's falls.

Diagnostic Instruments. Radio-propagation, optical, magnetometer, and other diagnostics have been employed to study the disturbances. The instruments were located at Kharkiv V. N. Karazin National University Radiophysical Observatory ( $49^\circ 38' \text{ N}$ ,  $36^\circ 20' \text{ E}$ ).

Principal Ionospheric Processes. RB burns and OMS firings are determined to be associated with thermal, dynamic, chemical, acoustic, and electromagnetic impacts on the subsystems of the EAIMS. An impressive suite of physical, chemical, optical, and other processes in the system arise as a result of such an impact. RB burns and OMS firings appeared to be associated with disturbances in geophysical fields, Earth-ionosphere waveguide communication links, changes in the conditions for the propagation of radio waves of different frequency bands, and variations in the characteristics of these conditions.

Geomagnetic Effects. Temporal variations in the level of geomagnetic pulsations in the 1 – 1000-s period interval have been analyzed during 274 events of the various types of RB burns and OMS engine firings, which were launched from different sites around the world between 2002 and 2016. The distances from the launch sites occurred in the range of 1500 – 9500 km. The predominant periods of the wave disturbances (6 – 14 min) and the spectral component amplitudes (1 – 3 nT) have been estimated, as well as a statistical analysis has been performed. Three groups of speeds of approximately 0.6, 1.1, and  $2.3 \text{ km s}^{-1}$  have been detected. The duration of

the wave disturbances changed from 20 – 30 min to 60 – 70 min in the distance range from 1500 km to 9500 km.

Conclusions. The observations made during 1970 – 2016 have allowed us to experimentally establish and theoretically explain an earlier unknown phenomenon of arising aperiodic and quasi-periodic global disturbances in the EAIMS that are caused by RB burns and OMS firings; the mechanisms for coupling the subsystems in the EAIMS and the types of waves transporting the disturbances have been determined.

### **Polar ionosphere variations impact on trans-ionospheric signals**

S. Chernouss<sup>1</sup>, Yu. Shagimuratov<sup>2</sup>, I. Ievenko<sup>3</sup>, M. Filatov<sup>1</sup>, I. Efishov<sup>2</sup>,  
M. Shvec<sup>1</sup>, N. Kalitenkov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Polar Geophysical Institute, Murmansk-Apatity, Russia

<sup>2</sup>Kaliningrad Filial of IZMIRAN, Kaliningrad, Russia

<sup>3</sup>Yakutsk Institute of Cosmophysics Research and Aeronomy RAS,  
Yakutsk, Russia

<sup>4</sup>Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia  
chernouss@pgia.ru

Analysis of the total electron content (TEC) in the polar ionosphere and an aurora, which characterized changing in the polar ionosphere during substorms presented. TEC data were obtained from the network of GPS and GLONASS stations in auroral and subauroral zones. Auroral images in different emissions were obtained from numerical optical observations data in several stations in the Arctic. Temporal and spatial distribution of rate of TEC index (ROTI) were constructed on the base of the famous ionospheric models proposed early. It was shown similarity of the auroral ovals and distribution of TEC irregularities. Detail analysis of the comparison was done for the event of January 7, 2015. Optical measurements in this day were provided by the spectral images in main auroral emissions OI 555.7, OI 630.0, N<sub>2</sub><sup>+</sup> 470.9 and H 486.1 nm at subauroral station Yakutsk and auroral station Poker Flat. The day January 7, 2015 is characterized by high activity in the time span 07-13 UT. During this time both auroral activity and quantity of irregularities sharply increased in the same sector of local time. Sometime the temporary variation shows similarity in details. That was observed in Alaska and in Yakutia, where both GPS and optical



receivers run in real time. Picture with ROTI, calculated from signals of all GPS satellites in the receiver field of view have a good correlation with occurrence of the red aurora and blue ones. Authors attempted to predict ionospheric TEC irregularities appearance on the base of model of aurora prediction. The auroral oval was predicted with the model NORUSKA designed by Russian and Norwegian scientists in the joint project and this oval position was compared with position of ionospheric irregularities from GPS measurements in numerical stations. We have observed some similarities of these pictures but precision of that was not yet enough for practical tasks. Possibility of optical auroral measurement using for the forecasting of positioning errors is under consideration too.

We thank grants of RFBR 14-05-98820 r-sever-a and RFBR 15-45-05090 r\_vostok-

### **Aerosols columnar properties over Kyiv from AERONET/PHOTONS measurements**

V.O. Danylevsky

Astronomical observatory of the Taras Shevchenko National University  
of Kyiv,

3, Observatorna str., 03054, Kyiv, Ukraine

[vdan@observ.univ.kiev.ua](mailto:vdan@observ.univ.kiev.ua)

Measurements of the aerosols columnar properties by the AERONET/PHOTONS sunphotometer CIMEL CE 318 at Kyiv permanent site started in the end of March 2008 and continue up to the present day. Some statistics on the aerosols columnar properties over Kyiv determined using Level 2.0 data for all time of observations (2008 – 2015) are presented. Aerosols climatology (AOD and Angstrom exponent) obtained at Kyiv site is compared to that data of some other AERONET sites located in various environments over the world and to data that were obtaining from time to time using Microtops II portable sunphotometers at certain sites in Ukraine (Odessa, Rivne, Chornobyl zone). Also aerosols radiative forcing at Kyiv site is analysed and compared to the ones of some other sites over the world.

## **Ionosphere response to a solar eclipse of 20 March 2015 above Kharkiv: results of incoherent scatter observations and simulations**

I.F. Domnin<sup>1</sup>, L.Ya. Emelyanov<sup>1</sup>, M.V. Lyashenko<sup>1</sup>, L.F. Chernogor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of ionosphere, NAS and MES of Ukraine, 16,  
Chervonopraporna str., 61002, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody Sq. 4, 61022,  
Kharkiv, Ukraine

leonid.ya.emelyanov@gmail.com

The results of experimental and simulation studies of variations of ionospheric plasma parameters, dynamic and thermal processes in the ionosphere during the solar eclipse (SE) March 20, 2015 above Kharkiv are presented. The incoherent scatter radar and digital ionosonde were used for observation. The SE of March 20, 2015 near Kharkiv occurred from 0909 UT to 1121 UT. The maximal obscuration of the solar disk diameter and area ( $\sim 0.44$  and  $0.54$ , respectively) took place at 1015 UT. The SE occurred during the recovery phase of strong geomagnetic storm, which took place on 17–18 March 2015 ( $K_{pmax}=8$ ). Heliogeophysical conditions during the eclipse were perturbed ( $D_{st\ min} \approx -50$  nT,  $K_p=5$ ,  $A_p=24$ ,  $F_{10.7}=113$ ). Since the start of the SE until its maximal phase (1015 UT), the ionospheric F2 peak height ( $h_mF2$ ) increased from 240 to 280 km. At altitudes of 190 and 210 km, reduction in electron density in the maximum phase of the eclipse was about 18.5 and 16.5%, respectively. Reducing electron temperature in this case was 12.1, 12, 17.7, 17, 19.5, 19, 15.5, and 13.4% at the heights of 190, 210, 240, 290, 340, 410, 490, and 580 km, respectively. The SE effects in ion temperature variations appeared weak. At altitudes above 308 km, increase in the absolute values of vertical velocity  $V_z$  of ionospheric plasma downward movement was observed with its maximum near the moment of the maximal SE phase and with subsequent  $V_z$  recovery. The amount of change  $V_z$  increased with increasing height, and the greatest change (relative to data of reference day and the average value of data before and after the SE) reached 19, 28, 30, 43, and 55 m/s at altitudes of 363, 418, 473, 528, and 583 km, respectively. Changes in variations of diffusion velocity component were qualitatively similar to changes in  $V_z$ . Changes in variations of the neutral wind meridional component velocity and equivalent neutral wind during and after the SE reached 10–30 m/s. Change in the density of the ambipolar diffusion plasma flow was approximately  $0.4 \cdot 10^{12}$ ,  $1.2 \cdot 10^{12}$ ,  $1.1 \cdot 10^{12}$ , and  $0.8 \cdot 10^{12}$   $m^{-2}s^{-1}$  at heights of 250,

300, 350, and 400 km respectively. The density of the total plasma flow changed by  $0.85 \cdot 10^{13}$ ,  $0.77 \cdot 10^{13}$ ,  $1.16 \cdot 10^{13}$ ,  $1.17 \cdot 10^{13}$ ,  $0.94 \cdot 10^{13}$ ,  $0.77 \cdot 10^{13}$ ,  $0.91 \cdot 10^{13}$ , and  $0.82 \cdot 10^{13} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  at heights of 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, and 600 km, respectively. Reducing the amount of the energy input into the electron gas  $Q/N$  at the moment of maximum obscuration of the solar disk was 32–34% at altitudes of 200–300 km. Reduction in the density of the heat flow carried by electrons from the plasmasphere to the ionosphere reached 63, 50, and 42% at the heights of 300, 350, and 400 km, respectively. The ionospheric SE effects on 20 March 2015 above Kharkiv were greatly influenced by magnetic activity. The SE caused significant changes in the dynamic and thermal conditions in the ionosphere, as well as in the conditions for ionosphere-plasmasphere subsystem interaction.

### **3-D model studies of the transport and chemistry of the stratosphere**

E. Galytska<sup>1,2</sup>, R. Hommel<sup>1</sup>, J. P. Burrows<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environmental Physics, University of Bremen, Bremen,  
Germany

<sup>2</sup>Department of meteorology and climatology, Taras Shevchenko  
National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine  
egalytska@iup.physik.uni-bremen.de

Research of the spatio-temporal evolution of chemical compounds in the stratosphere requires the application of efficient methods like satellite and ground-based measurements in combination with global atmospheric models. In this research, we are aimed to understand possible changes in transport characteristics of the stratosphere over the last 3 decades in our model. We investigate how tracer advection parameterizations affect the model's internal balance, and, hence, determines its spin-up time in order to estimate computational expenses and the quality of the initialization state of the model in order to produce physically robust results. In our research, we apply the Bremen 3D Chemistry Transport Model (B3DCTM), driven by ERA-Interim reanalysis meteorology from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). The horizontal resolution is  $2.5^\circ$  in latitudinal and  $3.75^\circ$  in longitudinal direction. The vertical coordinate is potential temperature, represented in 29 levels of isentropes ranging from 335 to 2726 K (about 10 to 55 km). Horizontal advection is

calculated from Era-Interim wind field, vertical motion – from diabatic heating rates using Prather advection scheme. To estimate transport characteristics of our model and to investigate the variability of the Brewer-Dobson circulation (BDC), the conceptual idea of Age of stratospheric Air (AoA) was applied. AoA is widely used as a measure for the transient time of chemical constituents in the BDC. In our model AoA is represented by idealized particles that accumulate in the course of the simulation, depending on their transient time within the stratosphere. The evaluated characteristics of the tracer transport in B3DCTM by analysing the AoA for the years 1980 – 2014 represented pronounced features of BDC with higher AoA in comparison with ground-based and satellite measurements. This issue must be further investigated in order to reproduce realistic tracer transport within model framework. Furthermore, the spin-up analysis showed that the model reaches its equilibrium state much faster (10 years instead of 20 years) with a more appropriate initialization field.

## **Средства и результаты мониторинга нижней ионосферы**

К.П. Гармаш

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, 4,  
площадь Свободы, 61022, Харьков, Украина  
Konstantin.P.Garmash@univer.kharkov.ua

Для мониторинга нижней ионосферы в Харьковском национальном университете имени В.Н. Каразина используется измерение вариаций фазы и амплитуды радиосигналов станции РБУ российской службы эталонных сигналов частоты и времени (несущая частота 66.(6) кГц, длина волны в вакууме приблизительно 4.5 км), расположенной вблизи г. Москва (56.75° с. ш., 37.5° в. д.). Приемная система на базе доработанного приемника-компаратора ПК-66 расположена в г. Харьков (50° с. ш., 36.25° в. д.). Стабильность время-частотных параметров системы (значение долговременной относительной нестабильности частоты образцового сигнала  $(1 - 2) \cdot 10^{-11}$ , относительная погрешность установки его частоты не хуже  $10^{-10}$ ) обеспечивается рубидиевым стандартом частоты типа FE-5680A. Отсчеты фазы и амплитуды раз в секунду сохраняются в файлах на

USB-флэш накопителе. Абсолютная погрешность измерения фазы, как правило, не превышает  $0.5^\circ$ , а относительная погрешность измерения амплитуды составляет единицы процентов. Обработка зарегистрированных вариаций фазы и амплитуды полного сигнала заключается в разделении его на неизменный по амплитуде (в первом приближении) сигнал земной волны и ионосферный сигнал. Изучены вариации фазы и амплитуды ионосферной волны на данной трассе под воздействием ряда естественных процессов (рентгеновские вспышки на Солнце, солнечное затмение и взрыв Челябинского метеороида). После взрыва 15.02.2013 г. в 03:20:26 UT в атмосфере вблизи г. Челябинск (расстояние около 1600 км до области отражения зондирующей радиоволны) космического тела на регистрациях фазы зафиксированы цуги колебаний с периодом около 200 – 230 с, временами запаздывания 68 и 92 мин и амплитудой  $\Delta\varphi = 2 - 3^\circ$ . Первый цуг имел скорость распространения около 400 м/с и мог быть связан с ударно-волновым воздействием. Скорость распространения второго цуга близка к скорости акустических волн на высоте отражения. По максимальному отклонению фазы получены оценки величины сдвига области отражения  $\Delta z \approx 0.15 - 0.25$  км и изменения электронной концентрации  $\delta_N \approx 3 - 5$  %. В день солнечного затмения (СЗ) 20.03.2015 г. (функция покрытия Солнца около 0.51 в максимальной фазе) зафиксировано максимальное уменьшение фазы сигнала на величину около  $20^\circ$  с запаздыванием на 1 – 2 мин от момента максимальной фазы СЗ. Соответствующее смещение вверх области отражения составило около 2.4 км, уменьшение электронной концентрации достигло 25 – 35 %.

## **Total ozone over Kyiv-Goloseyev station in 2010–2015 from ground-based and satellite observations**

A. Grytsai, G. Milinevsky

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska  
Str., 01601, Kyiv, Ukraine  
a.grytsai@gmail.com

Measurements of total ozone content are realized by both satellite and ground-based instruments that allows to check their data quality. Ground-based observations by Dobson spectrophotometer No. 040 started at Kyiv-Goloseyev station (latitude 50.36N, longitude 30.50E) in May 2010. Measurements have been carried out almost permanently during last six years excepting days with long intensive precipitation. Main method of the total ozone calculation is based on Beer – Lambert – Bouguer law for Direct Sun (DS) observations. Ozone absorption, Rayleigh scattering and aerosol scattering are taking into account in the near ultraviolet bandwidth (300–340 nm) where standard Dobson pairs A, C and D are located. Zenith Blue (ZB) and Zenith Cloud (ZC) measurements are also provided by Dobson spectrophotometer. Zenith measurements are necessary for total ozone estimations when DS measurements are absent or they have poor quality. ZB and ZC data are retrieved by polynomial fit with use of simultaneous DS observations. Regular satellite total ozone measurements have been carried out from the end of 1978. Main method of the total ozone data retrieval is to analyze intensity of the backscattered solar radiation in the near ultraviolet. We have utilized results of the following satellite instruments: OMI/Aura, SCIAMACHY/Envisat (till April 2012), GOME-2/MetOpA and GOME-2/MetOpB (from April 2013). Data from <http://www.temis.nl> were processed. The satellite measurements made in the point at a horizontal distance to 100 km from Kyiv-Goloseyev station (so-called overpasses) have been taken into account. In addition to individual satellite observations, models with 6-hour step from <http://www.temis.nl> were also considered during the comparison. Calculations are available separately for six different types of Dobson observations: under DS, ZB and ZC conditions for AD and CD double-pair measurements. Both satellite–satellite and satellite–ground-based differences are analyzed. Results of the comparison between Kyiv-Goloseyev ground-based and satellite data have exhibited high quality of the DSAD Dobson measurements, which are

usually considered as main type for Dobson instruments. Their distinction from satellite total ozone data is typically in range of 3% for monthly mean values. This is close to discrepancies between different satellite data series indicating reliability of the Kyiv-Goloseyev Dobson observations. Some underestimation of DSAD relatively to satellite ones is usual near winter solstice at large zenith angles. These errors reach 7–8% and are explained by influence of solar radiation scattered within Dobson spectrophotometer. Solar radiation intensity in A pair noticeably decreases at high solar zenith angles causing poor quality for all AD data. Another reliable type of Dobson data is ZBAD observations. Their distinctions from satellite data are approximately the same as for DSAD becoming even lesser at zenith angles 65–70 degrees. DSCD measurements have typical errors to 4–5 % in monthly values with stable small difference for yearly means. ZBCD, ZCAD and ZCCD are characterized by larger deviations on satellite measurements (and respectively on DSAD Dobson data). Yearly differences could significantly change in range of 7–8 % that means uncertainties for Dobson data during periods of stable cloudiness (for example, in February 2014). Satellite data also allow a possibility to find out outbreaks in Dobson data. Thus, total ozone content over Kyiv-Goloseyev station retrieved from ground-based and satellite observations was analyzed. Distinctions between different types of observations have been evaluated. Zenith angle influence has been also studied.

### **Попередження та запобігання високих рівнів забруднення атмосферного повітря в промислових містах України**

Є.М. Кіптенко, Т.В. Козленко, Н.О.Трачук

Український гідрометеорологічний інститут, Національна академія  
науки України,  
37, проспект Науки, 03027, Київ, Україна  
kozlenkot@ukr.net

Основним науковим та практичним завданням короткострокового прогнозування забруднення атмосферного повітря є розробка ефективної системи попередження можливого високого рівня забруднення з ціллю його запобігання. Останнім часом екологи України розробили чимало складних комплексних природоохоронних

програм. Їхнє здійснення потребує великих капітальних коштів і тривалого часу. За цих умов вже зараз можна покращити стан повітряного басейну міст України, короткочасно знижуючи викиди в періоди несприятливих метеорологічних умов (НМУ). Прогноз високого рівня забруднення атмосферного повітря і попередження підприємств про необхідність скорочення викидів поліпшать стан атмосферного повітря в періоди НМУ, зменшать збитки від його забруднення, сприятимуть оздоровленню екологічного стану. Короткочасне зниження викидів під час НМУ являє собою ефективний і порівняно недорогий захід для покращення стану повітряного басейну. Створення ефективної системи захисту атмосферного повітря міст від забруднення в періоди НМУ передбачає, в першу чергу, підвищення якості прогнозів високих рівнів забруднення атмосферного повітря. Аналіз умов формування високого рівня забруднення атмосфери в кількох містах показав, що особливо важлива роль належить синоптичним умовам. Серед досліджуваних метеорологічних величин синоптичний предиктор часто займає перше місце. У формуванні високого рівня забруднення атмосферного повітря визначають такі загальні риси: найбільша повторюваність випадків високого рівня забруднення повітря спостерігається в малорухомих антициклонах і гребенях, на західній периферії антициклону, в розмитому баричному полі з вітрами змінних напрямів. Узимку в теплому секторі циклону та в передній його частині відмічають підвищені концентрації шкідливих домішок. На основі цих досліджень вдалось отримати достатньо ефективні прогностичні правила. Для прогнозування високих рівнів забруднення атмосферного повітря розроблено прогностичні схеми шляхом множинної лінійної регресії на перетворених предикторах з використанням крокового аналізу. Справджуваність високого рівня забруднення атмосферного повітря складає 70–90%. Для впровадження отриманих результатів в оперативну роботу були розроблені методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України. Вони включають складання статистичних схем прогнозу забруднення повітря за матеріалами спостережень конкретного міста. При прогнозуванні треба встановити джерела забруднення, які в першу чергу повинні знизити викиди. Це пов'язано з двома обставинами: необхідністю врахування вкладу кожного джерела в забруднення атмосферного повітря і несхожими НМУ для джерел різних типів.



## **Regional ionospheric model CERIM IION: electron and ion temperature simulation**

M.V. Lyashenko

Institute of Ionosphere, NAS and MES of Ukraine, 16,  
Krasnoznamenaya Str., 61002 Kharkov, Ukraine  
mlyashenko@ya.ru

Central Europe Regional Ionospheric Model (CERIM IION) based on the Kharkov incoherent scatter radar (ISR) and ionosonde “Bazis” data consists of two parts. Empirical part of the CERIM IION based on experimental data obtained with the Kharkov ISR and ionosonde “Bazis” during period 1986 – 2013 that is corresponding to the 22, 23 and 24 solar activity cycles. This part of the model allows calculating the main geospace parameters – electron density, electron and ion temperatures, and vertical component of plasma transfer velocity. Theoretical part of the CERIM IION includes well-known theoretical relations and serves for calculation of medium and dynamic process parameters. Parameters of the neutral atmosphere were calculated using the NRLMSISE-00 model. Results of theoretical modeling are values of heat and particle flux densities, input energy to electron gas as well as values of thermospheric (neutral) winds, ion-electron and ion-neutral collision frequencies, heat conductivity and ambipolar diffusion tensors, plasma scale height. For electron and ion temperature simulation were used the Kharkov ISR data obtained in period 1997 – 2013. Regression dependencies of  $T_e$  and  $T_i$  from solar activity index  $F_{10.7}$  for local noon and midnight at altitudes of 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700 and 750 km were found. The analysis of the obtained relationships was carried out. The results of the analysis of seasonal and diurnal variations in electron and ion temperatures at different phases of the 22-nd and 23-d solar activity cycles were presented. The variants of the model representations of diurnal dependencies of  $T_e$  and  $T_i$  were considered. The comparison of the simulation results from CERIM IION regional ionosphere model with data calculated by a global model of the ionosphere IRI-2012 was carried out.

## **Оценка содержания аэрозоля в атмосфере над территорией Беларуси и Украины в 2014–2015 гг.**

Н.С. Метельская<sup>1</sup>, В.П. Кабашников<sup>1</sup>, А.П. Чайковский<sup>1</sup>,  
А.В. Норко<sup>1</sup>, Г.П. Милюневский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт физики НАН Беларуси, 68, пр. Независимости, 220072  
Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, 64,  
ул. Владимирская, 01601 Киев, Украина  
nata.miat@gmail.com

На протяжении последних лет в Институте физики НАН Беларуси проводится оценка среднемесячного и среднегодового содержания аэрозоля в атмосфере и его распределения по фракциям на основе измерений и моделирования. В Минске и Киеве действуют радиометрические станции, входящие в международную сеть AERONET [1]. На основе данных измерений солнечными фотометрами CIMEL определяется общее содержание аэрозоля в атмосфере. На основе химико-транспортной модели GEOS-Chem [2, 3] рассчитывается качественный состав и пространственно-временное распределение атмосферного аэрозоля. В предыдущих работах [4, 5] нами была проведена оценка содержания различных типов аэрозолей над территорией Беларуси и Украины за 2011–2013 гг. В настоящей работе проведено сопоставление рассчитанных объёмных концентраций тонкой фракции, грубой фракции и суммарного аэрозоля с измерениями на станциях AERONET в Минске и Киеве за 2014–2015 гг. На основе модельных расчётов построены карты распределения основных типов аэрозоля во всей толще атмосферы и в приземном слое над территорией Беларуси и Украины за 2014–2015 гг. Проведена оценка содержания различных типов аэрозолей над территорией Беларуси и Украины в 2014–2015 гг.

1. AERONET Aerosol Robotic Network [Electronic resource]. – Mode of access: <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>.

2. GEOS-Chem Model [Electronic resource]. – Mode of access: <http://acmg.seas.harvard.edu/geos>.

3. Global modeling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation / I. Bey [et al.] // *J. Geophys. Res.* – 2001. Vol. 106. – P. 23073–23096.

4. Распределение атмосферного аэрозоля в Белорусско-Украинском регионе / Н.С. Метельская [и др.] // *Астрономія та фізика космосу в Київському університеті: Збірка тез доповідей Міжнародної конференції, Київ, 27–30 травня 2014 року / Київ, 2014. – С. 101.*

5. Оценка содержания аэрозоля в атмосфере над территорией Беларуси и Украины по данным измерений и моделирования / Н.С. Метельская [и др.] // *Астрономія та фізика космосу в Київському університеті: Збірка тез доповідей Міжнародної конференції, Київ, 25–29 травня 2015 року / Київ, 2015. – С. 87–89.*

### **New results on zonal ozone asymmetry in Antarctica**

G.P. Milinevsky<sup>1</sup>, A.V. Grytsai<sup>1</sup>, A.R. Klekociuk<sup>2,3</sup>, O.M. Evtushevsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13 Volodymyrska Str., 01601 Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Australian Antarctic Division, Kingston, Tasmania 7050, Australia

<sup>3</sup>Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, Hobart, Tasmania 7000, Australia  
genmilinevsky@gmail.com

Ozone depletion was observed within the southern polar vortex during spring in the 1980s and later. Atmosphere models predict a recovery of the Antarctic ozone during the 21<sup>st</sup> century. The Antarctic ozone hole is formed inside polar stratospheric vortex, which is under influence of large-scale planetary waves. Quasi-stationary pattern of the ozone hole is predominantly created by planetary wave with zonal number 1 which has a minimum in the Atlantic longitudinal sector and a maximum in the Australian one. In this report characteristics of the quasi-stationary structures in the Antarctic ozone spring distribution are analysed with use of the 1979–2014 satellite data. It was determined the cessation of the earlier described quasi-stationary ozone minimum's eastward movement took place in the early or mid-2000s. A similar tendency is noted in the dynamics of Fourier harmonics of zonal wave number 1. In contrast the position of the quasi-stationary wave maximum in ozone distribution did not shifted significantly. The changes in the movement direction of the quasi-stationary

ozone minimum may be a part of processes connected with the modelled ozone recovery process over the Antarctica. The possible reason of the quasi-stationary minimum ozone shift is discussed.

Acknowledgements. This work was supported by the Polar FORCeS project no. 4012 of the Australian Antarctic Science Program.

### **Особливості впливу наднизькочастотних збурень геомагнітного поля на реакції біологічних молекул**

Ю.П. Горго, А.К. Разумовський

Національний технічний університет України «КПІ»; Київ, 03056,  
просп. Перемоги 57  
yugorgo@ukr.net

Накопичено багато фактів прямих впливів магнітного поля Землі (МПЗ), особливо під час «магнітних бур» на реакції біологічних об'єктів. Було вирішено дослідити, які значення напруженості МПЗ мають особливий вплив на реакції деяких біологічних молекул. Була розроблена програма розрахунків напруженості МПЗ на різних частотах. Було поставлено завдання виявлення та розрахунку значень МПЗ з частотами <1 Гц, при яких відмічені найбільші реальні значення напруженості геомагнітного поля при магнітних бурях. Програма реалізована на мові програмування R. Для роботи програми використано базову версію інтерпретатора R та додатково встановлено пакет “Seewave-1.7.6”, що має у залежностях пакети “fft” та “signal”, які дозволяють працювати з дискретними сигналами, в тому числі їх моделювати, фільтрувати та проводити Фур'є перетворення. Всі залежності були вільно встановлені з репозиторіїв CRAN за допомогою команди `install.packages`. Значення МПЗ на середніх широтах з частотою дискретизації 1 Гц були отримані із магнітометричної обсерваторії (Гурбаново, Словаччина). Для подальшої обробки даних була обрана компонента X. Дані про магнітні бурі за 2010–2014 рр. отримані із файлу World Data Center for Geomagnetism. Ми вибирали сумарні добові значення напруженості МПЗ у дні магнітних бур, з якими ми порівнювали розраховані значення. Були обчислені відхилення від середнього значення для коливань МПЗ на всіх частотах, і для

обчислених цих значень застосовано фільтр низьких частот з пакету для частот 0.1, 0.5, 0.01, 0.05, 0.001, 0.0001 Гц. Програма дозволяє розраховувати флуктуації МПЗ на вибраній частоті і в будь-якому вибраному періоді доби при незбурених станах геомагнітного поля та під час магнітних бур. Передбачена також адаптація програми до таких завдань. Було проведено вибірку всіх днів, в яких проходили магнітні бурі за 2012-2014 роки, сформовано масив сумарних добових значень Ар та проведено їх кореляційний аналіз із визначеними середньодобовими значеннями інтенсивності ІНМПЗ на частоті 0.0001 Гц в ці дні. Отриманий коефіцієнт кореляції між цими даними складає  $R = 0.69$ . Крім того, отримані дані напруженості МПЗ на частотах  $<1$  Гц під час магнітних бур дозволили підтвердити, що зі зменшенням частоти збільшується інтенсивність МПЗ (з 0.03 нТл до 10 мкТл). Проведені попередні дослідження впливів наднизькочастотних значень геомагнітного поля під час магнітних бур на реакцію метакромазії волютинових гранул в клітинах дріжджів та на зміни біоломінесценції бактерій *Photobacterium phosphoreum*. Підтверджено, що ступінь таких впливів залежить від сили магнітних бур. Виявлено суттєві впливи різкого збільшення напруженості геомагнітного поля на частоті 0.0001 Гц під час магнітних бур на збільшення проявів реакції метакромазії у волютинових гранулах дріжджів та на статистично достовірну зворотну залежність між геомагнітною активністю і питомою інтенсивністю люмінесценції з коефіцієнтом кореляції  $R = -0.41$  ( $p < 0.01$ ).

### **Радіаційний режим за сучасний період в Україні**

Л.С. Рибченко, С.В. Савчук

Український гідрометеорологічний інститут, Національна академія наук України, 37, проспект Науки, 03028, Київ, Україна  
L-Rybchenko@yandex.ua, SvetlanaSVS@bigmir.net

Проведено аналіз складових радіаційного режиму протягом 1991–2015 рр. відносно кліматичної стандартної норми 1961–1990 рр. Отримано, що відбулися істотні зміни із складовими сумарної сонячної радіації та характеристикою радіаційного режиму – тривалістю сонячного саява. За 1991–2015 рр. спостерігалось збільшення прямої

сонячної радіації і тривалості сонячного сйва у теплий період та незначне зменшення у холодний. Найбільш істотно це відбулося на півночі, північному заході і на сході. Відмічено зростання сумарної радіації протягом теплого періоду і за рік. На початку XXI сторіччя відмічалось збільшення кліматичних ресурсів сонячної радіації. За 2001–2015 рр. підвищилась річна сума прямої і сумарної сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961–1990 рр. та кінця XX сторіччя (1991–2000 рр.). У цей період відмічено зростання тривалості сонячного сйва. Альbedo підстильної поверхні у січні і лютому відзначалось збільшенням на півночі, північному заході, сході і на півдні. У теплий період року на більшій частині території альbedo підвищилось і тільки в Українських Карпатах та на Закарпатті – зменшилось. Радіаційний баланс за 1991–2015 рр. щодо норми 1961–1990 рр. характеризувався неоднозначними змінами і коливаннями протягом року по всій території. За проведеними розрахунками за період 1961–1990 рр. кліматичні ресурси сонячної радіації дозволяли запровадження геліоенергетики на півдні Степу, у Криму і на Закарпатті. Внаслідок збільшення прямої сонячної радіації у потоці сумарної та тривалості сонячного сйва на початку XXI сторіччя відбулося зростання потенціалу конкурентоспроможності запровадження геліоенергетики на значній частині території країни. Використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються високим потенціалом на території Степу, Криму та на сході Лісостепу. Обмеження щодо впровадження стосуються західного Лісостепу і гірських районів Українських Карпат. Моніторинг сонячної радіації на початку XXI сторіччя засвідчує зростання потенціалу геліоенергетичних ресурсів в Україні. Вагомим аргументом для запровадження сонячної радіації для вироблення електроенергії є те, що геліосистеми не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище.

## **New algorithm for the complex modeling seismoionospheric coupling and space weather influence on the ionosphere**

V.V. Grimalsky<sup>1</sup>, A. Krankowski<sup>2</sup>, Yu.G. Rapoport<sup>3,4</sup>, Yu.A. Selivanov<sup>4</sup>,  
E.N. Tkachenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Autonomous University of State Morelos (UAEM) Cuernavaca, Mor.,  
Mexico

<sup>2</sup>University of Warmia and Mazury, Olsztyn, Poland

<sup>3</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

<sup>4</sup>Space Research Institute NAS and SSA of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
yuriy.rapoport@gmail.com

The new algorithm for the modeling the electromagnetic channel of seismoionospheric coupling (SIC) is considered. Firstly, an approximation of an infinite conductivity in the ionosphere, that accepted mostly, now in the electrostatic approximation, is replaced by more accurate condition formulated in the magnetically conjugated point (in the model of “Two Earths”). Secondly, the electrostatic model as such becomes incorrect on the ionospheric altitudes, not even mention that a real field sources always, in proper time scale, are sources of alternative electric field. Thirdly, magnetic field is absent at all in the purely electrostatic approximation. We have successively applied electrostatic – quasi-static – electromagnetic/MHD approximations and equivalent external sources (EQUEMES) method to develop the quasi-static / electromagnetic algorithms of SIC. In that report, we present these new algorithms in detail. Then, the algorithms are developed for the models of AGW influence on the ionosphere, seismogenic perturbations of the characteristics of VLF propagating in the waveguide “Earth–Ionosphere”, excitation of the electromagnetic waves (EMW) of the ULF range by the lithospheric current and their penetration through the active system “Lithosphere–Atmosphere–Ionosphere–Magnetosphere (LAIM/MIAL)”. The algorithm includes connection between electromagnetic and atmospheric gravity wave (AGW) by means of electric-photochemistry coupling, aerosols and hydration is proposed, to our best knowledge, first. Finally, the complex algorithm for a modeling electric–photochemistry–AGW channel of seismoionospheric coupling is proposed. The results of seismogenic modifications of TEC and the characteristics of VLF waves in the waveguide “Earth–Ionosphere”, and AGW influence on the ionosphere are included. The proposed complex algorithm can be used for systems of monitoring of the extreme events in

the system LAIM/MIAL including the processes of (preparing) natural hazards, such as earthquakes, tsunamis, extreme events of Space Weather etc.

Acknowledgement. This publication is based on a work supported in part by STCU Project 6060.

**Статистическая оценка и современная динамика облачных систем по данным наблюдений в районе украинский антарктической станции «Академик Вернадский»**

С.В. Клок

Украинский гидрометеорологический институт, пр.Науки, 37,  
г.Киев, 03680  
sklok\_8@ukr.net

Образование отдельных облаков, а также их систем – очень сложный процесс, протекающий под воздействием многих факторов [2, 5–6]. Формирование облачных систем Антарктиды связано как с циркуляционными, так и с местными особенностями. Наблюдаются высокие значения относительной влажности воздуха в течение всего года и частая повторяемость мощных инверсий [1, 2, 5]. Поскольку облака и выпадающие из них осадки играют важнейшую роль в построении различных региональных типов погоды, изучение их является крайне актуальной задачей, особенно в условиях современного изменения климата [2, 6]. Наблюдения за количеством, формой и высотой нижней границы облачности на Украинской антарктической станции (УАС) «Академик Вернадский» проводятся в визуальном режиме [3, 4], что может вносить некоторую погрешность в их результаты. Многообразие и своеобразие форм облачности исследуемого района (в частности, чечевицеобразные облака (Ac lent. или Sc len и наиболее распространенная разновидность орографических облаков – стратосферные облака) свидетельствует об активности и масштабности происходящих тут процессов, а также влиянии местных факторов на облакообразование. В работе проведен анализ повторяемости градаций общей облачности 0–2 и 6–8 октантов за основные синоптические сроки за период наблюдений 1981-2015 гг.,



а также число дней с теми же градациями облачности за период 1971–2015 гг. Кроме того, анализировалась повторяемость и синоптические условия образования отдельных видов облачности. Анализ полученных результатов показал, что в сезонном ходе наиболее активным в разрезе изучаемого вопроса является период с мая по сентябрь. В это время наблюдается наибольшая изменчивость ясных и пасмурных дней. Выявленные тенденции к уменьшению количества ясных и увеличению пасмурных дней свидетельствуют, в первую очередь, о перестройке процессов, происходящих в атмосфере Антарктиды.

1. Аверьянов В.Г. Гляцио-климатология Антарктиды / В.Г. Аверьянов // Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 199 с.

2. Беспалов Д. П. Атлас облаков / Д.П. Беспалов и др.; ред.: Л.К. Сурыгина // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова. – Санкт-Петербург: Д'АРТ, 2011. – 248 с.

3. Клок С.В. Аналіз архіву гідрометеорологічної інформації Української антарктичної станції Академік Вернадський / С.В. Клок // К.: УАЖ, № 10–11, 2011–2012. – С. 333–338.

4. Метеорологический отчет УАС. Национальный антарктический научный центр. – К. –1997–2015.

5. Терещенко В.А. Зимние полярные стратосферные облака 2010 года в высоких широтах / В.А. Терещенко и др. // Вестник МГТУ. – Том 13, №4/2. – 2010. – С. 1052–1059.

7. Хромов С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.А. Петросянц // Издательство МГУ. – 2001. – С. 325–332.

**Історія астрономії**  
**History of Astronomy**

## **Математик, професор КПІ Ш.Г. Горделадзе - у витоків створення двох астрономічних обсерваторій**

Л.С. Баштова

Державний політехнічний музей при НТУУ «КПІ»,  
пр. Перемоги 37, корп. 6, 03056, Київ, Україна  
[lyudm.bash@ukr.net](mailto:lyudm.bash@ukr.net)

Київському політехнічному інституту (КПІ) пощастило адже на чолі його математичних кафедр у всі часи існування були люди які душею вболівали за обрану справу, гідні послідовники своїх талановитих попередників, зберігачі традицій. Вони - яскраві педагоги та науковці, які оволоділи новітніми досягненнями в математиці, та її застосуванні. Так сталося і у опаленому війною 1944 році коли до колективу математиків КПІ був прийнятий Шалва Георгійович Горделадзе - вчений, грузин за національністю, людина віддана ідеалам, здібний організатор, фахівець в галузі астрофізики. Пріоритетними напрямками його досліджень були математика та астрономія.

Вченому вдалося поєднати дві складні галузі знань в своєму житті, при цьому взаємно збагатити певні напрямки науки, використовуючи передові ідеї математичної фізики задля астрофізичних досліджень, та спрямувати розвиток прикладної математики на вирішення завдань назрілих в астрономії. Шалва Георгійович сповна розкрив свій господарський хист та науковий потенціал - організував роботу у двох новостворених наукових установах: Абастуманській астрофізичній обсерваторії (засн. в 1932 р.) Грузії та Головні астрономічній обсерваторії НАН України (засн. в 1944 р.). Крім того, він працював свого часу вченим секретарем Астрономічної обсерваторії, викладав на кафедрі астрономії КДУ та сприяв подальшому сталому розвитку математики у КПІ, продовжив у вищі ідеї репресованого акад. М.П. Кравчука.

Проведені дослідження доводять, що загальноісторичний розвиток науки відбувається не за національним поділом її талановитих особистостей, не за територіальним поділом держав де вони працювали, а за вмінням кожної окремої особистості використати та розкрити свій науковий та організаційний потенціал задля подальшого прогресивного розвитку людства.

Науковий спадок Ш.Г. Горделадзе в галузі зоряної астрономії, а це понад 120 наукових робіт, має велике значення для подальшого вивчення будови Галактики. Його публічні лекції та наукові семінари переконували у можливості отримання наукових розгадок таємниць всесвіту та підкорення космосу, ще в середині ХХ ст. Завдяки зусиллям і досвіду вченого дві потужні астрономічні наукові установи активно включились у науковий пошук у короткий термін. Вони й нині продовжують дослідження розпочаті Шалвою Георгійовичем, збагачуючи сучасну науку. Вчений вдало використав математику – як потужний інструмент дослідження нових галузей знань, при цьому ще й сповна розкрив свій педагогічний хист, а напрямки, започатковані талановитим астрономом-математиком продовжуються у ХХІ столітті.

### **Научное мировоззрение юношества и научно-популярная периодика в Украине**

Т.В. Бельх

Редакция научно-популярного журнала для юношества  
«Країна знань», Київ, Україна, [krainaz@mail.ru](mailto:krainaz@mail.ru)

Проблемы научного мировоззрения юношества и связанные с ними проблемы заинтересованностью науками и в частности астрономией существуют, они весьма глубокие и серьезные, но говорим мы о них, к сожалению, редко.

Известно, что увлечение наукой, интерес к получению знаний, воспитание научного мировоззрения начинаются со школы и огромное значение в этом имеют научно-популярная периодика.

Проводится анализ научно-популярной литературы в Украине ранние и сегодня.

Еще в XVI веке Мишель Монтень сказал: «Самое главное – это прививать вкус и любовь к науке; иначе мы воспитаем просто ослов, нагруженных книжной премудростью».

## **Спостереження повного сонячного затемнення 1936 року за матеріалами фондів Астрономічного музею та інших джерел**

Л.В. Казанцева

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Обсерваторна, 3, 04053 Київ, Україна,  
KazL@ukr.net

Повне сонячне затемнення 1936 року цікаве тим, що було першим затемненням, смуга якого проходила через колишню радянську територію з моменту утворення країни. Було проведено ряд різнопланових організаційних робіт, зокрема і заохочувальних для іноземних експедицій. Київська університетська обсерваторія була активно задіяна в процесі спостережень і популяризації цього явища. Як і де спостерігали київські науковці достовірно розповідають публікації, музейні експонати та архівні документи.

## **Відновлення призабутих імен співробітників Київського університету: В.Гошкевич та І.Фабриціус**

Л.В. Казанцева

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, вул. Обсерваторна, 3, 04053 Київ, Україна, KazL@ukr.net

Астрономічний музей при Київській університетській обсерваторії продовжує пошукову наукову роботу з відновлення імен та дослідження наукового та життєвого шляху колишніх співробітників обсерваторії. Вивчаючи маловідому долю астронома-спостерігача обсерваторії у 1876-1894 Вільгельма Фабриціуса, випадково знайдено ім'я ще одного тогочасного співробітника - В.І Гошкевича з надзвичайно цікавим та плідним науковим та творчим життям. Вивчення архіву Херсонського краєзнавчого музею, та плідна співпраця з співробітниками цього музею у пошуках інформації про В.І.Гошкевича, допомога Архіву Інституту археології України дозволили також зрозуміти, чому тривалий час замовчувалось його

ім'я та ім'я викладачки Київського університету, дочки В.І.Фабриціуса Ірини, яка встигла багато зробити у справі вивчення та збереження історичних пам'яток України.

### **Громадське товариство «Чепіги» з дослідження та поширення історії астрономії і космонавтики**

І.П. Крячко <sup>1</sup>, Л.В. Казанцева <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Головна астрономічна обсерваторія НАН України, вул. Академіка Заболотного, 27, 03680 Київ, Україна, [kir@mao.kiev.ua](mailto:kir@mao.kiev.ua)

<sup>2</sup>Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, вул. Обсерваторна, 3, 04053 Київ, Україна

[KazL@ukr.net](mailto:KazL@ukr.net)

2014 р. ініціативна група київських науковців заснувала громадське товариство «Чепіги». Мета діяльності товариства — об'єднати зусилля українських дослідників, які працюють у галузі історії астрономії та космонавтики, а також суміжних наукових дисциплін; створити в Україні умови для систематичної наукової комунікації з питань історії астрономії та космонавтики; поширювати й популяризувати астрокосмічні знання. Щоб привернути увагу до актуальних проблем з історії астрономії та космонавтики не лише науковців, але й студентів, працівників освіти, журналістів і всіх тих, кого цікавить історія науки, Українське товариство «Чепіги» діє на умовах відкритості, тобто вільного доступу всіх охочих на організовані ним заходи, а також до інформаційних ресурсів, які воно підтримує.

## **Роль просвітницьких товариств в поширенні природничих знань серед народу**

М. В. Лашко

Київський Університет імені Б. Грінченка, вул. Бульварно-Кудрявська, 18/2, 04053 Київ,  
Україна, mixalic\_lasco\_@ukr.net

Кінець XIX – початок. XX ст. був часом активізації просвітницького руху на Україні. Усвідомлюючи всю загрозу, яку несла в собі, як російська так і австрійська політика (заборона української мови, української школи, перешкоджання в доступі народних мас до загальноосвітніх знань, цензурні переслідування науково-популярної літератури і т. ін.) українська інтелігенція починаючи з середини XIX ст. взяла курс на видавничу та просвітницьку діяльність результатом якої стало створення просвітницьких товариств для поширення серед народу елементарних знань з історії, природознавства, медицини, сільського господарства і т. п.

Саме тому на нашу думку доцільно розглянути діяльність київського та львівського товариства «Просвіта» та поширення ним знань природничого характеру серед населення. Товариства та його члени зуміли видати цілу серію літератури природничого характеру здійснивши неабиякий вклад в народну просвіту та підвищення його культурного рівня.

## **Київські давньоруські храми у часі і просторі**

Т. Люта

Музей історії м. Києва, вул. Богдана Хмельницького, 701001, Київ,  
Україна, lutagen@gmail.com

У доповіді розглядатимуться питання історії та системи будівництва давньоруських храмів Києва: принципи закладення храмів, їх освячення, пов'язання літургії зі структурою їх будівель, історія закладення Софійського собору та його особливостей, аналогії

та розбіжності в системах літургійних опоряджень, зв'язок з астрономічними знаннями.

### **Полное солнечное затмение 1954 года**

Е.М. Ненахова

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины,  
ул. Академика Заболотного, 27, 03680 Киев, Украина,  
e-katerin@ukr.net

В докладе рассказывается о работе первой экспедиции Главной астрономической обсерватории Академии наук УССР по наблюдению солнечного затмения.



## CONTENTS

<b>Scientific Organizing Committee</b> .....	2
<b>Local Organizing Committee</b> .....	2
<b>Plenary Session</b> .....	3
Унікальний експеримент в космосі: результати дослідження ядра комети Чурюмова-Герасименко апаратами Розетта і посадковим модулем Філі.....	4
From meteors to GRBs and beyond – wide-field search for rapid optical transients.....	6
Ultra-Flat Galaxies Selected from RFGC Catalog. The Sample Properties and Orbital Estimates of Halo Masses.....	7
The small-scale magnetic activity of the quiet Sun.....	8
Motion of massive bodies and the gravitational radiation.....	9
<b>Astroparticle Physics, Gravitation and Cosmology</b> .....	<b>10</b>
Time delay of critical images in the vicinity of a gravitational lens cusp point.....	11
The Cherenkov Telescope Array: Muon Simulations.....	11
Qualitative cosmological evolution in a hydrodynamical model with a nonlinear equation of state.....	12
Intensity of galactic cosmic rays in the early Sun epoch.....	12
On the quantization of black holes.....	13
The method for solving various problems of Cosmic Ray modulation.....	15
Zeeman effect at magnetorotational explosive nucleosynthesis.....	16
Large Voids and Nature of Dark Energy.....	16
Galaxies with active star formation: luminosity functions at zero starburst age.....	17
Classical dynamics of the Bianchi IX model: space-like and time-like singularity cases.....	18
On the central abundances of galaxies: active galactic nuclei and star- forming regions.....	19
Influence of $\sim 7$ keV sterile neutrino dark matter on the process of reionization.....	20

Discovery of the optically bright, wide separation double quasar SDSS J1442+4055.....	21
.	
Static spherically symmetric configurations in the General Relativity with self-interacting scalar fields.....	21
Estimates of efficiency of collisional Penrose process in general rotating stationary spacetimes.....	22
Dark Energy Impact on the Evolution of Dark Matter Halo of supercluster size.....	22
Simulation of large-scale structure of Universe at VIRGO.UA.....	24
Pure-connection gravity and anisotropic singularities.....	24
Oxygen abundance asymmetry in the disks of the CALIFA galaxies.....	25
Віртуальній рентгенівській та гама-обсерваторії ВІРГО в Україні 10 років.....	26
Пошук галактичних джерел триплету космічних променів з енергіями понад $10^{20}$ eВ.....	27
Статичні циліндрично-симетричні розв'язки рівнянь Ейнштейна і тензор енергії-імпульсу із взаємно пропорційними компонентами.....	27
Магнітогідродинамічне моделювання косих пост-адіабатичних ударних хвиль.....	29
Динаміка розширення Всесвіту в космологічних моделях із негравітаційною взаємодією між темною енергією та темною матерією.....	30
Однонаправлені ізотропні розв'язки рівнянь Максвелла в просторі Керра.....	31
.	
Реліктові гравітаційні хвилі в космологічних моделях з динамічною темною енергією: спостережувальні обмеження за даними Planck-2015.....	32
Пекулярні АЯГ за даними INTEGRAL та RXTE.....	32
A no-boundary proposal for cosmological perturbations on the Phantom brane.....	33
<b>Solar Physics and Solar Activity.....</b>	<b>35</b>

Розвиток конвективних структур у сонячній фотосфері.....	36
Потемніння до краю сонячного диска в профілях фраунгоферових ліній.....	37
Статистичні особливості 24-го циклу сонячної активності.....	38
Особенности жесткостного спектра Форбуш-ефектов.....	39
Пошук закономірностей у зміні параметрів фраунгоферових ліній в залежності від фізичних умов сонячної атмосфери.....	40
Застосування математично-статистичних положень із теорії екстремальних значень для прогнозу сонячних спалахів.....	41
Можливий механізм світіння сонячних факелів.....	43
Альфа-ефект Беккока-Лейтона в поверхневих шарах Сонця.....	44
Генерація магнітного поля глобальними течіями Сонця.....	46
Уточнення верхньої межі величини магнітного поля в сонячній плямі.....	48
Обробка даних спектральних спостережень Сонця із використанням методу фазової кореляції.....	49
Дрібномасштабні активні центри в спокійній атмосфері Сонця.....	51
Фотосферна сейсмологія: коливання сонячних пор.....	52
Small-scale magnetic field diagnostics outside sunspots using SOT/Hinode observations.....	53
Kinetic modeling of critical points in magnetized space plasmas.....	54
Magnetic field measurements in sunspots using spectral lines with very low Lande factors.....	55
NLTE spectropolarimetric diagnostics of the Si I 10827 Å line.....	56
Relationship between lower and upper frequencies of solar drift-pair bursts.....	57
<b>Astrometry and Small Bodies of the Solar System.....</b>	<b>58</b>
U-magnitudes of stars and galaxies from the digitized astronegatives of Baldone Schmidt telescope.....	59
A possible third component in the eclipsing binary system HS 2231+2441.....	59
Effects of non-gravitational forces on orbital evolution of active Centaurs.....	61
Spectral peculiarities of major Jovian satellites.....	62

Albedos of asteroids from stellar occultations: new calculations and revision of previously obtained data.....	63
The investigation of multiplet structures in meteor spectra.....	64
Astrometry and photometry of the digitized photographic plates of the Kitab's zone of the Photographic Sky Survey.....	65
Could it be the ninth planet in the Solar system?.....	66
A possible third component in the eclipsing binary system HS 2231+2441.....	67
.	
Температурна залежність амплітуди кометного люмінесцентного континуума.....	69
Каталог екваториальних координат и В-величин звезд программы ФОН.....	71
Програма астрометричного та фотометричного моніторингу комет на спостережній станції в Лісниках – підсумки 10-річної роботи.....	72
Астрометричні та фотометричні дослідження астероїдів на спостережній станції в Лісниках – підсумки 10-річної роботи.....	74
Програми спостережень на Київському Меридіанному аксіальному крузі в 2001-2015 рр. та їх результати.....	75
Kinematic parameters of the Galaxy using the XPM catalogue data.....	76
Вычисления основных кинематических параметров метеоров по телескопическим ТВ наблюдениям на сверхдлинных базах.....	78
Термическая десорбция вещества пылевых частиц вблизи Солнца.....	79
О связи долгопериодических комет и крупных транснептуновых планетных тел.....	80
Каталог астрономических положений восьми спутников Сатурна, полученный из фотографических наблюдений в ГАО НАНУ в 1961-1990гг.....	81
Підтвердження дії специфічного негравітаційного ефекту в поясі астероїдів за новими даними.....	81
Пошук можливих зв'язків гравітаційного впливу Сонця й Місяця із землетрусами.....	82
Точність переобробки оцифрованих фотографічних спостережень.....	83

Параметры вращения ядра кометы 67 Р/Чурюмова-Герасименко по снимкам в первом появлении.....	84
Моделювання руху слабкого метеора дотичного до земної атмосфери.....	85
Визначення напрямку обертання ядра комети за результатами поверхневої фотометрії.....	86
Спектральні дослідження газопилових атмосфер комет C/2014 Q2 (Lovejoy) і C/2013 US10 (Catalina).....	87
Особенности кривых блеска избранных комет 2005–2016 гг.....	88
Моніторинг сутінкових болідів у небі.....	89
Параметры инфразвуковых волн, сгенерированных Челябинским метеороидом 15 февраля 2013 г.....	91
<b>Atmosphere and Ionosphere Research.....</b>	<b>93</b>
Effects of Rocket Engine Burns in Geospace.....	94
Polar ionosphere variations impact on trans-ionospheric signals.....	95
Aerosols columnar properties over Kyiv from AERONET/PHOTONS measurements.....	96
Ionosphere response to a solar eclipse of 20 March 2015 above Kharkiv: results of incoherent scatter observations and simulations.....	97
3-D model studies of the transport and chemistry of the stratosphere.....	98
Средства и результаты мониторинга нижней ионосферы.....	99
Total ozone over Kyiv-Goloseyev station in 2010–2015 from ground-based and satellite observations.....	101
Попередження та запобігання високих рівнів забруднення атмосферного повітря в промислових містах України.....	102
Regional ionospheric model CERIM ION: electron and ion temperature simulation.....	104
Оценка содержания аэрозоля в атмосфере над территорией Беларуси и Украины в 2014–2015 гг.....	105
New results on zonal ozone asymmetry in Antarctica.....	106
Особливості впливу наднизькочастотних збурень геомагнітного поля на реакції біологічних молекул.....	107

Радіаційний режим за сучасний період в Україні.....	108
New algorithm for the complex modeling seismoionospheric coupling and space weather influence on the ionosphere.....	110
Статистическая оценка и современная динамика облачных систем по данным наблюдений в районе украинский антарктической станции «Академик Вернадский».....	111
<b>History of Astronomy.....</b>	<b>113</b>
Математик, професор КП Ш.Г. Горделадзе - у витоків створення двох астрономічних обсерваторій.....	114
Научное мировоззрение юношества и научно-популярная периодика в Украине.....	115
Спостереження повного сонячного затемнення 1936 року за матеріалами фондів Астрономічного музею та інших джерел.....	116
Відновлення призабутих імен співробітників Київського університету: В.Гошкевич та І.Фабриціус.....	116
Громадське товариство «Чепіги» з дослідження та поширення історії астрономії і космонавтики.....	117
Роль просвітницьких товариств в поширенні природничих знань серед народу.....	118
Київські давньоруські храми у часі і просторі.....	118
Полное солнечное затмение 1954 года.....	119
<b>CONTENTS.....</b>	<b>120</b>

**Наукове видання**

**Астрономія та фізика космосу  
в Київському університеті**

*в рамках Днів науки в Україні*

Міжнародна конференція

м. Київ, 24–27 травня 2016 р.

***Збірка тез доповідей***

Підписано до друку **10.05.11**. Формат 60x84<sup>1/16</sup>.

Гарнітура Times. Папір офсетний.

Друк офсетний. Наклад **100**. Ум. друк. арк. **7,0**. Зам. № **ККК-НННН**.

Надруковано у Видавничо-поліграфічному центрі „Київський університет”

01601, Київ, б-р Т.Шевченка, 14, ☎ 239 3128

Свідоцтво внесено до державного реєстру ДК № 1103 від 31.10.02