

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

**Astronomy and Space Physics
in the Kyiv University**

Book of Abstracts

International Conference

May 29 – June 01, 2018

Kyiv, Ukraine

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Scientific organizing committee (SOC)

Chair V. Martyniuk (Ukraine)

Vice-Chairs V. Efimenko and V. Ivchenko (Ukraine)

SOC Secretary I. Lyk'yanyk (Ukraine)

SOC Members

A. del Popolo (Italy), B. Hnatyk (Ukraine), P. Homola (Poland), M. Gordovskyy (Great Britain), I. Karachentsev (Russia), Yu. Izotov (Ukraine), R. Kostyk (Ukraine), V. Kleshchonok (Ukraine), V. Lozitsky (Ukraine), G. Milinevsky (Ukraine), S. Parnovsky (Ukraine), V. Rosenbush (Ukraine), Ya. Yatskiv (Ukraine), V. Zhdanov (Ukraine)

Local organizing committee (LOC)

Chair V. Efimenko (Ukraine)

Vice-Chair I. Luk'yanyk (Ukraine)

LOC Members

O. Fedorova, A. Grytsai, R. Hnatyk, N. Kovalenko, A. Mozgova, V. Ponomarenko, O. Sergienko, S. Zaichenko

LOC secretary V. Danylevsky (Ukraine)

E-mail: conf2018@observ.univ.kiev.ua

Place of the meeting

Astronomical observatory of the Taras Shevchenko national university of Kyiv, Observatorna str., 3

CONTENTS

Scientific organizing committee.....	2
Local organizing committee.....	2
Contents.....	3
Plenary Session.....	12
Guliyev A.S., Guliyev R.A. Hypothesis of the large planetary body on the periphery of the Solar System.....	13
Homola P. Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory: novel astrophysical potential and beyond.....	14
Kiselev N., V. Rosenbush, Afanasiev V. Polarimetric properties of near-Earth asteroid (3200) Phaethon.....	15
Novosyadlyj B. Dark Ages: are they really quite dark?.....	16
Pilyugin L.S. Abundances and chemical evolution of spiral galaxies.....	16
Plachinda S. I., Butkovskaya V. V. The future of stellar magnetic field measurements.....	17
Єфіменко В.М., Маркова Т.П. До 100-річчя Полупана Прокопа Миколайовича.....	18
Осіпов С.М., Щукіна Н.Г., Костик Р.І., Стоділка М.І. Довготривалий моніторинг змін спокійного Сонця на телескопі Ернста Гуртовенка (АЦУ-5).....	19
Astroparticle Physics, Gravitation and Cosmology.....	20
Alexandrov A.N., Zhdanov V.I., Kuybarov A.V. Elliptical source amplification near the caustic of the gravitational lens system.....	21
Beshley V., Petruk O. Numerical simulations of thermal X-ray components.....	21
Fedorov Yu.I. The cosmic ray transport under anisotropic particle scattering on magnetic field inhomogeneities.....	22
Gladush V.D. The configuration space of a spherically symmetric system of gravitational and electromagnetic fields.....	23

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Hnatyk B.I. Colliding wind binary $\Gamma 2$ Velorum as a very high energy Γ -ray source.....	24
Holovko M. G., Gladush V.D. Quantization of charged black holes as degenerate systems.....	25
Karachentsev I.D., Telikova K.N. Stellar and dark matter density in the Local Universe.....	25
Karachentseva V.E., Kashibadze O.G., Karachentsev I.D. Morphology, structure and galaxy peculiar motion in the local supercluster plane.....	26
Kolesnyk Yu.L., Shakhov B.A. Description of time-dependent cosmic-ray modulation.....	27
Kompaniets O., Berczik P., Marchenko V., Sobolenko M., Fedorova E. Dynamical evolution of supermassive binary black hole at the center of NGC 6240 based on X-ray observational data.....	27
Kondratyev V.N. Nucleosynthesis at strong magnetic fields vs the titanium problem.....	28
Kulinich Yu., Novosyadlyj B., Tsizh M. Dynamics of spherical cosmological perturbation in the Universe with three components: dark matter, dark energy and radiation.....	29
Kuzyo T., Petruk O. 3-D simulations of supernova remnant evolution in the non-uniform interstellar medium.....	29
Panko E. A., Yemelianov S.I., Korshunov V.M. Morphology of galaxy clusters in superclusters: general properties.....	30
Parnovsky S.L., Izotova I.Yu. Compact star-forming galaxies: the fraction of thermal emission in the radio continuum at 1.4 GHz.....	31
Parnovsky S.L. Could a Big Bang be anisotropic?.....	32
Plotko P. Vela supernova remnant and its pulsar wind nebula: physical characteristics and radio emission.....	32
Ponomarenko V.A., Simon A.O., Vasylenko V.V., Baransky A.R. The results of monitoring of four active galactic nuclei in the optical range.....	33
Savchenko O., Shtanov Yu. Magnetogenesis by non-minimal coupling to gravity in the Starobinsky inflationary model.....	33

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Sergijenko O. Dipole of the luminosity distance as a test for dark energy models.....	35
Shakhov B.A. Evolution of the monoenergetic spectrum of cosmic rays in a simple model described by a spherically symmetric layer of the solar wind.....	35
Siutsou I.A., Vyblyi Yu.P., Dudko I.G. Self-interaction scalar field as a dark energy model.....	36
Siutsou I., Prakaneia M., Vereshchagin G. Kinetic description of thermalization in degenerate relativistic plasma.....	36
Stashko O.S., Zhdanov V.I. Circular orbits around compact objects with massive scalar field.....	37
Sushchov O., Homola P. Formation and propagation of cosmic ray ensembles.....	37
Torbaniuk O. The mean transmission of the LYA-forest from the SDSS DR10 quasar spectra.....	38
Tsizh M. Network metrics of cosmic web built on gadget 2 simulations dark matter halo catalog.....	39
Tugay A.V., Voycehovskiy V.V. Gaussian field model for galaxy distribution.....	40
Turinov A.N. A cosmological time issue in the de Sitter space-time.....	40
Turinov A.N., Klimenko V.O. Exactly solvable models of voids in the Fridmann universe.....	41
Volvach L.N., Volvach A.E., Larionov M.G., MacLeod G.C., van den Heever S. P., Wolak P., Olech M. Powerfull bursts of water masers towards G25.65+1.05.....	42
Volvach A.E., Larionov M.G., Volvach L.N. Prolonged outburst in the blazar 3C 454.3 in 2014–2017.....	44
Voytsekhovskiy V., Hnatyk B., Kudrya Yu. Magnetic fields in the Local Universe and their influence on the propagation of ultra high energy cosmic rays.....	45
Vynokurova K., Hnatyk B. TEV Gamma-ray emission from the Vela supernova remnant.....	46

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Zhdanov V.I., Dylida S.S. Scalar field and hydrodynamic models in homogeneous isotropic cosmology.....	46
Дмитрієв М.С.,Гладуш В.Д. Розв'язання рівнянь Ейнштейна-Гамільтона-Якобі у Т-області скалярної чорної діри.....	47
Гнатик Р. Гама-випромінювання залишку наднової, пов'язаної з магнетаром SGR1900 + 14.....	48
Кудря Ю.М. Визначення мас подвійних галактик методом “аргументу синхронізації”.....	49
Пелих В.О., Тайстра Ю.В. Коефіцієнти Стокса та нові ефекти у просторі Керра.....	49
Astrometry and Small Bodies of the Solar System.....	50
Rosenbush V.K., Kiselev N.N., Ivanova O.V., Shubina O., Kleshchonok V.V., Afanasiev V.L. Comet 2P/Encke in the apparitions of 2013 and 2017.....	51
Ponomarenko V.A., Churyumov K.I. Comparison of some physical parameters of gas/dust environment of the researched comets.....	52
Ponomarenko V.A., Baransky A.R., Riabokon M.S. Photometric research of comets on the basis of AZT-8 telescope.....	53
Ivanova O., Reshetnyk V., Korsun P., Afanasiev V., Luk'yanyk I., Andreev M. Photometrical and spectral observations of sungrazing comet C/2012 S1 (ISON).....	53
Shubina O., Borisov N.V., Ivanova O.V., Rosenbush V.K. Spectra of short-periodic comet 2P/Encke in 2003 apparition.....	54
Kleshchonok V.V. Geometric method for the interpretation of jet structures in comets.....	55
Konorski P., Sybilski P., Pawlaszek R. K. Robotic observatories: hardware, software and science in the age of automation and Big Data.....	56
Babenko V. V., Kazantseva L.V., Savich A.V., Timrov O. O. Investigation of the possibility of increasing the accuracy of the processing of astronomical photo materials by digitizing from the contactless method using a digital SLR camera.....	57

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Guliyev R.A., Kleshchonok V.V. On the application of the fast Fourier transformation for estimating the orbital evolution of Damocloids.....	59
Kovalenko N. Preliminar future orbital evolution of comets discovered in 2016-2018.....	59
Kazantsev A., Kazantseva L. A reasoned explanation for the origin of Trojans in the Solar system.....	60
Козак П.М. Спостереження та моделювання метеорів з мультимодальними кривими блиску.....	61
Мозгова А. М., Боровічка І., Клещонок В. В., Голубасєв О. В. Визначення температури збудження атомів заліза FeI в метеорній комі.....	62
Голубасєв О.В., Мозгова А.М. Sun-grazing meteoroids.....	63
Кручиненко В.Г., Жилєв Б.Е., Видьмаченко А.П., Дашкиєв Г.Н., Стеклов А.Ф. Лириды 2018: Следы медленных «копящих» метеоров в сезон дневных наблюдений.....	64
Solar Physics and Solar Activity	66
Cheremnykh O.K., Fedun V., Kryshtal A. N., and Verth G. Incompressible MHD modes in the thin magnetically twisted flux tube.....	67
Cheremnykh O., Kryshtal A., Tkachenko A. Kink mode $m=1$ in magnetic tube with discontinuous magnetic field.....	68
Efimenko V.M. Lozitsky V. G. Variations of squares of sunspot groups of different duration in solar activity cycles 12-24.....	68
Kondrashova N.N., Pasechnik M.N. Spectropolarimetric study of the active region photosphere.....	69
Kostyk R.I. Do the wave motions in the solar atmosphere effect on convection?.....	71
Lozitska N.I. Areas and magnetic energy of active regions - sources of solar proton events.....	71

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Lozitsky V.G., Baranovsky E.A., Lozitska N.I., Tarashchuk V.P. Observations of local intensification of magnetic fields in powerful solar flares at a level of the chromosphere.....	72
Lyubchyk O.K., Kontar E.P., Voitenko Yu.M., Bian N.H., Melrose D.B. Type I solar radio emission and inertial Alfvén turbulence.....	73
Plachinda S.I., Butkovskaya V.V. The study of the solar-like magnetic activity on the yellow subgiant beta Aquilae and measurements of magnetic field by individual spectral lines on two classical chemically peculiar stars beta CrB and 33 Lib.....	74
Shchukina N. Si I 1082.7 nm line as a probe of photospheric magnetic fields.....	75
Tsap Yu.T., Zaitsev A.V., Stepanov V.V., Kopylova Yu.G. Mass-unloading in a filament eruption.....	76
Баран О.А., Стоділка М.І., Ковальчук М.М., Гірняк М.Б. Прогноз геомагнітної активності Сонця.....	76
Васильєва І., Осіпов С. Дослідження поверхневих неоднорідностей сонячної атмосфери.....	77
Криводубський В.Н. Роль проникної конвекції (овершуту) у формуванні магнітного шару в глибинах Сонця.....	78
Криводубський В.Н. Тахоклін – найбільш сприятливе місце для генерації глобального тороїдального магнітного поля Сонця	80
Кришталь А.Н., Войцеховская А.Д., Герасименко С.В., Черемных О.К. Генерация кинетических волн на фоне мелкомасштабной бернштейновской турбуленции в атмосфере Солнца.....	81
Логинов А.А., Черемных О.К., Криводубский В.Н. Исследования генерации глобального магнитного поля Солнца его глобальными гидродинамическими течениями.....	82
Стоділка М.І. Фізичні умови у сонячних факелах.....	83

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Цап Ю.Т., Борисенко О.Б., Перебейнос В.А. Сильні магнітні поля локальних областей за даними спостережень на БСТ-2 КРАО.....	84
Atmosphere and Ionosphere Research.....	85
Miatselskaya N., Norka H., Kabashnikov V. Optimal interpolation of AERONET observations for the evaluation of spatial-temporal aerosol distribution.....	86
Chernogor L. F., Liashchuk O. I., Rozumenko V. T., Shevelev N. B. Infrasonic Signals Generated by a Series of Chemical Explosions near Vinnytsia City.....	87
Chernogor L. F., Qiang G., Rozumenko V. T., Shevelev M. B. The parameters of the infrasonic waves generated by the Chelyabinsk meteoroid.....	89
Grytsai A.V., Evtushevsky O.M., Milinevsky G.P., Yampolsky Yu.M. Solar activity influence on the ozone vertical distribution at Akademik Vernadsky Antarctic station.....	90
Milinevsky G., Shulga V., Huang W., Han W., Wang Y., Evtushevsky O., Patoka A. New method for polar atmosphere study by the microwave radiometer and Na Doppler lidar simultaneous measurements.....	92
Chernouss S.A., Shagimuratov I.I., Alpatov V.V., Efishov I.I., Filatov M.V., Budnikov P.A., Ivanov Yu.S. Auroral activity and GPS positioning during great geomagnetic storms.....	93
Ivaniha O., Mogylychak V., Milinevsky G., Klekociuk A. Seasonal variations of thermal and ozone tropopause in the northern and southern hemispheres.....	94
Rapoport Yu., Grimalsky V., Fedun V., Grytsai A. Developing the model of the complex AGW-electromagnetic perturbations in the ionosphere: a possibility of the application of Shannon entropy approach.....	95
Патока О.М., Шульга В.М., Мищенко В.В., Шульга Д.В., Ванг Ю. Динаміка в мезосфері: мікрохвильові спостереження молекули CO на широті 50°N.....	96

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Danylevsky V., Mazepa O. Aerosols columnar properties over Kyiv from AERONET/PHOTONS observations.....	97
Milnevsky G., Danylevsky V., Miatselskaya N., Han W., Shulga V., Simon A., Wang Y. Evaluation of air quality by particulate matter PM2.5/PM10 in the Ukraine and China cities.....	98
Milnevsky G., Miatselskaya N., Grytsai A., Choliy V., Hordiichuk M., Danylevsky V., Hladikov D. Aerosol species distribution and seasonality in the East-European area by GEOS-Chem model data.....	99
Savenets M. Interannual temperature variability in the free troposphere above Ukraine.....	100
Рибченко Л.С., Савчук С.В. Ресурси сонячної енергетики в Україні за 1986-2015 pp.....	101
Dvoretzka I.V., Bashtannik M.P., Nadtochii L.M. Atmospheric air pollution in Ukrainian industrial cities in the modern period.....	102
Сенченко О. О., Марченко В. В. Часовий та частотний аналіз проявів гамма-спалахів від грозових розрядів у спостереженнях радіохвиль екстремально низьких частот.....	103
Кіптенко Є. М., Козленко Т. В. Прогнозування забруднення атмосферного повітря в промислових містах України.....	104
Клок С.В. Изменчивость облачности и атмосферных осадков в районе украинской антарктической станции «Академик Вернадский».....	105
Soina A., Yampolsky Yu. Weekly cycle in the atmosphere aerosol variations: comparison for industrial regions.....	106
Kuzkov V.P., Sodnik Z., Kuzkov S.V., Borysenko S.A. Direct measurements of laser light aberration from the ARTEMIS geostationary satellite through strong clouds.....	107
Колосков А.В., Занимонский Е.Е., Сопин А.А. Обработка и анализ данных глобальной сети перманентных станций ГНСС для мониторинга высыпаний заряженных частиц в ионосферу...	108
Zanimonskiy Y.M., Dudnik O.V., Nykiel G., Figurski M. Investigation of magnetospheric effects of geomagnetic storm using data from European GNSS network and low-orbit satellites.....	110

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

History of Astronomy.....	112
Баштова Л.С. Український астроном та математик - І.М. Деменко.....	113
Kazantseva L., Kazantsev A. Astronomical Museum of the Kyiv University Observatory - origins,history of development, modernity	114
Kazantseva L. Memorial collections of the Astronomical Museum of the KNU: formation, description, research.....	115
Крячко І.П. Український астрономічний портал як засіб популяризації історії астрономії.....	116
Лашко М. Перші україномовні видання з астрономії (1863-1876)	117

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

PLENARY SESSIONS

Hypothesis of the large planetary body on the periphery of the Solar System

A.S. Guliyev & R.A. Guliyev

Shamakhy Astrophysical Observatory of ANAS

Here we study some particular aspects of the Guliyev's hypothesis about the existence of a highly inclined massive celestial body at a distance of 250-400 AU. The analysis covers 1249 comets observed up to 2017, having perihelion and aphelion distances greater than 0.1 and 30 AU respectively. On the issue of perihelia distribution, priority should be given to the assumption that there is a plane or planes around which the concentration takes place. The search for such planes has been carried out for numerous comet groups, separated by clusters in T (discovery date), e , q , H (absolute magnitude), Q , $1/a_{\text{ori}}$, etc. A total of 24 comet groups were investigated. In almost all cases two types of planes or zones have been detected: the first one is very close to the ecliptic, the other one is almost perpendicular to it and has the parameters: $i_p = 86^\circ$, $\Omega_p = 271.7^\circ$. According to the so-called Guliyev's hypothesis there is a massive perturber at a distance of 250-400 AU from the Sun. We show that the number of aphelia and distant nodes of long-period comet orbits within this interval (250-400 AU) significantly exceeds the expected value for a non-perturbed population of long-period comets. The analysis of the orbital angular parameters of the long-period comets, shows that their distribution displays clear patterns such as scarcity of comets near $i' = 180^\circ$, excess of them near $B' = 0^\circ$ and scarcity near $B' = -90^\circ$, being B' the ecliptic latitude of perihelion. There is an irregularity in the distribution of distant nodes and overpopulation of perihelion longitudes in the range 350° - 20° . The distributions of aphelia Q and distant comet nodes may signal the presence of a massive perturber near 300 AU. Based on the obtained results of comet data, we have estimated that the most probable orbital elements of the hypothetical planetary body are:

$$a = 339 \text{ AU } (\pm 10\%), e = 0.16 (\pm 10\%), \omega = 57^\circ (\pm 15^\circ), \Omega = 272.7^\circ (\pm 3^\circ), i = 86^\circ (\pm 2^\circ)$$

In order to test the stability of such an orbit as well as influence on other planets, a model Solar System that includes only the Jovian planets and the putative highly inclined massive perturber was integrated for 100 million years, assuming that the mass of the highly inclined perturber is about 10 Earth masses. Besides that, we explored the orbital evolution of 54 comets

up to 1 million years, taking into account the gravitational influence of the unknown planet. In doing so, we varied the mean anomaly of the planet from 0° to 360° by 10° in each cycle of numerical explorations. In addition, a number of close encounters between comets and the hypothetical highly inclined massive body have been documented.

Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory: novel astrophysical potential and beyond

P. Homola

The H. Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences Kraków, Poland
Piotr.Homola@ifj.edu.pl

The Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO) project will use the hunt for particle cascades from deep space as a vehicle for a unique ‘bottom-up’ approach to scientific research. By engaging the non-specialist public of all ages as ‘citizen scientists’ we will create an opportunity for lifelong learning for individuals as well as for cooperation and the sharing of common educational tools amongst institutions. The discoveries of these citizen scientists will feed directly into a pioneering new area of scientific research oriented on Cosmic Ray Ensembles (CRE). The detection (or non-detection) of such particle groups promises to open up a new method for exploring our universe. The opportunities this would create for cross-disciplinary research are significant and beneficial for individuals, networks of institutions and the global communities of both professional scientists and science enthusiasts.

Polarimetric properties of near-Earth asteroid (3200) Phaethon

N. Kiselev¹, V. Rosenbush^{1,2}, V. Afanasiev³

¹Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

³Special Astrophysical Observatory of RAS, Russia

The polarimetric study of the near-Earth asteroids (NEAs) allows us to cover the large range of phase angles, including the value and position of polarization maximum, and thereby supplement the inaccessible angles for the Main Belt asteroids. Despite the long history of polarimetric studies, only several NEAs were researched at large phase angles and the most complete phase dependences of polarization were determined, including polarization maximum.

We present the results of polarimetric observations of enigmatic asteroid (3200) Phaethon performed at the 6-m telescope of the Special Astrophysical Observatory of the RAS and the BVRI aperture polarimetry at the 2.6-m and 1.25-m telescopes of the Crimean Astrophysical Observatory during November–December 2017 within the range of phase angles 19.2–134.9°. We found that the polarization maximum for Phaethon is $P_{\max} \approx 48\%$ at the phase angle about 110° in the V-band. The inversion angle α_{inv} and polarimetric slope h are 20.5° and $0.46 \pm 0.01 \text{ } \%/^\circ$, respectively. Phaethon has the highest maximum degree of polarization that was determined among the earlier observed bodies in the Solar System, including the recently observed NEA (152679) 1998 KU₂ with a high polarization degree up to 44% at phase angle 81°. Using dependences slope-albedo and P_{\max} -albedo, we defined albedo of the asteroid as being 0.042 and 0.001, respectively. This is in contradiction with albedo ($p_v = 0.11\text{--}0.16$) derived from the radiometric data. The degree of polarization of (3200) Phaethon in the blue filter B is slightly higher than that in the red filter R. A similar spectral dependence of polarization was observed for two others low-albedo asteroids (1580) Betulia and (2100) Ra-Shalom. The possible causes of such a unique polarization properties of asteroid Phaethon will be discussed.

Dark Ages: are they really quite dark?

B. Novosyadlyj

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv,
Ukraine,
International Center of Future Science of Jilin University, Changchun,
P.R.China

The long time between cosmological recombination and appearance of first stars is least studied due to lack of any radiations from there. It is called as Dark Ages in cosmology. Are they quite dark really? Theorists say "no", and recent intricate observation it seems supported that.

The short review of theoretical models of Dark Ages, possibilities of their testing by observations and importance of study of their for cosmology will be presented in the talk.

Abundances and chemical evolution of spiral galaxies

L.S. Pilyugin

Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences of
Ukraine

Abundances and the chemical evolution of spiral galaxies are investigated on the base of the emission spectra from spectral surveys of galaxies: the Sloan Digital Sky Survey (SDSS), the Calar Alto Legacy Integral Field Area (CALIFA), the Mapping Nearby Galaxies at Apache Point Observatory (MaNGA).

It has been suggested by some authors that the strength of the low-ionization lines can be increased relative to the Balmer lines in (some) fibre spectra from the SDSS and spaxel spectra of the MaNGA survey due to a contribution of the radiation of the diffuse ionized gas and, consequently, the abundances derived from the those spectra through strong-line methods may have large errors. We examine the validity of abundances derived from the fibre spectra from the SDSS and the spaxel spectra of the MaNGA survey.

Using the SDSS spectra, the evolutionary change of the oxygen abundance (the change of abundance with redshift) in galaxies and the influence of the environment on galactic chemical abundances are considered.

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Two-dimensional spectroscopy (CALIFA and MaNGA) of galaxies provides the possibility to determine the abundances in many regions (spaxels) across the visible surface of a galaxy and to construct an abundance map and a velocity field. The abundance maps for a large sample of galaxies are obtained and the distributions of abundance across the discs of galaxies (the breaks in the radial abundance gradients, global azimuthal asymmetry, spiral arms) are investigated.

The future of stellar magnetic field measurements

Plachinda S. I., Butkovskaya V. V.

Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine; Crimean
Astrophysical Observatory

Magnetic field is one of the key players in the evolution and activity of the Sun and stars. The most wide-used method of stellar magnetic field measurements is spectropolarimetry. In the last decade, regular spectropolarimetric observations have been conducted in many observatories around the world, and the amount of stellar magnetic field data has grown incredibly. Such rapid growth was facilitated by both the relevance of this research topic and the rapid development of instrumental base and software for calculating and simulating of the magnetic fields of stars. To date, magnetic fields from one G to several dozen kG are registered in nondegenerated stars of various spectral classes and evolutionary statuses. We perform a brief review of modern instruments and methods for stellar magnetic field measurements, discuss some of modern problems of stellar magnetism, and outline the future terrestrial and space spectropolarimetric projects.

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

To the 100th Anniversary of Prokop Mykolayovych Polupan

Efimenko V.M., Markova T.P.

Astrophysical Observatory of Taras Shevchenko National University of
Kyiv, Ukraine
efim@observ.univ.kiev.ua

In August 2018, the 100th anniversary of the birth of Prokop Mykolayovych Polupan, who lived and worked at the Astronomical Observatory for more than half a century, is celebrated. He came from a large poor family, went through the battles of the Great Patriotic War, after long-term treatment in hospitals, he sought to study at the Kiev University of T.G. Shevchenko. After graduating from the Department of Astronomy at the Faculty of Physics, he received a referral for work on the chosen specialty of the astronomer at the Astronomical Observatory of the University.

All further life Prokop Mykolayovych Polupan devoted to the study of physical conditions in active solar formations - flocculates, prominences, flares. From student years he participates in astronomical observations of small planets, solar photosphere, solar eclipses, active solar formations. From the beginning of work at the Observatory, he has been involved in the creation of a horizontal solar telescope, which becomes the main instrument not only for him, but also for many scientists of the observatory for many years. As a result of research, he has defended a dissertation of the candidate of physics and mathematics. In the 70's and 90's of the 20th century, on his initiative, joint investigations by scientists from the Astronomical observatory of the Kyiv University and the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine were performed on the changes in the solar photosphere layers before, during and after the flares. Spectral observations were carried out on the horizontal solar telescopes of the ATSU-5 (Kiev) and the ATSU-26 (Mount Terskol) in the framework of the international solar activity monitoring programs. These studies have become relevant and continue to this day. The results obtained were reported at many international scientific conferences and published in leading astronomical journals.

Polupan P.M. is the author of about 100 scientific works, was a member of the International Astronomical Union.

**Довготривалий моніторинг змін спокійного Сонця на телескопі
Ернеста Гуртовенка (АЦУ-5)**

**С. М. Осіпов¹, Н. Г. Щукіна¹, Р. І. Костик¹,
М. І. Стоділка²**

*¹Головна Астрономічна Обсерваторія НАН України, Київ,
Україна*

*²Астрономічна обсерваторія Львівського національного
університету імені І.Франка
osipov@mao.kiev.ua*

На телескопі АЦУ-5 ГАО НАН України починаючи з 2012р. проводяться спостереження за програмою досліджень довготривалих змін фраунгоферових ліній в спектрі Сонця. Метою цих досліджень є виявлення та вивчення характеру змін атмосфери спокійного Сонця протягом 11-річного циклу сонячної активності. Спостереження виконуються в 9-ти ділянках спектра при спектральній роздільній здатності ~300000. Реєстрація спектру проводиться ПЗЗ-камерою SBIG ST8300M (3326x2504 пікселів). При редукаціях спостережного спектру особливо ретельно враховуються впливи розсіяного світла в спектрографі та інструментального контура спектрографа.

Загалом протягом неповних семи сезонів проведено 355 днів спостережень. Накопичено величезний обсяг інформації. Проаналізовано характер змін 27 фраунгоферових ліній (C I, Ca I, Cr I, Mn I, Fe I, Fe II, Ti II), які формуються на різних висотах сонячної атмосфери.

В цілому зміни більшості параметрів ліній (центральна глибина, еквівалентна ширина, напівширина, прогин бісектора) корелюють з індексами магнітної активності Сонця. Більш слабкі лінії, які формуються в глибоких шарах атмосфери, демонструють значніші амплітуди змін. Виявлені свідчення того, що варіації таких ліній дещо випереджають зміни сильних ліній.

Застосувавши ЛТЕ-інверсійний код за допомогою стабілізаторів Тихонова ми відтворили температурні варіації сонячної фотосфери, які відповідають спостережним змінам досліджуваних фраунгоферових ліній. Виявлено, що в максимумі 11-річного циклу температурний градієнт сонячної атмосфери зростає.

**АСТРОФІЗИКА, ГРАВІТАЦІЯ І
КОСМОЛОГІЯ**

**ASTROPARTICLE PHYSICS,
GRAVITATION AND COSMOLOGY**

**ELLIPTICAL SOURCE AMPLIFICATION NEAR THE FOLD
CAUSTIC OF THE GRAVITATIONAL LENS SYSTEM**

A.N. Alexandrov¹, V.I. Zhdanov¹, A.V. Kuybarov²

¹Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National
University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Igor Sikorsky Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

We consider the amplification factor for the luminosity of an extended source near the fold caustic of the gravitational lens. We assume that the source has elliptical shape, and the brightness distribution along the radial directions is Gaussian. Earlier a formula for the amplification of a point source was obtained, which takes into account appropriate derivatives of the lens potential up to the fifth order (Alexandrov et al // Astron. Lett., 2010). It was used to calculate the amplification of a pair of critical images of an extended circular source with various brightness profiles (Alexandrov & Zhdanov // Mon. Not. Roy. Astron. Soc., 2011). In the present paper we derive an analogous formula for the elliptical Gaussian source. The formula involves a dependence on the coordinates of the source centre, its geometric dimensions, and its orientation relative to the caustic. We show that in the linear caustic approximation the amplification of the elliptical sources is described by the same (rescaled) formula as in case of the circular source. However, in the next approximations the differences are significant. We compare analytical calculations of the amplification curves for different orientations of an elliptical source and for a circular source with the same luminosity for the model example.

**NUMERICAL SIMULATIONS OF THERMAL X-RAY
COMPOSITES**

V. Beshley, O. Petruk

Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics, Nat.
Acad. Sci. of Ukraine,
Lviv, Ukraine
beshley.vasyl@gmail.com

Supernova remnants (SNRs) may be classified into the four main morphological classes, based on their surface brightness morphologies: shell-like, Crab-like (plerionic), composite and Thermal X-ray composites

(TxCs; or mixed morphology, or centrally-influenced). The TxCs are shells in radio but centrally bright in X-rays and the X-rays are thermal in origin.

We have used 3D MHD simulations to study TxCs. The influence of the non-uniform medium on the morphology of supernova remnants is shown. The proposed method has been used to reconstruct IC 443.

**THE COSMIC RAY TRANSPORT UNDER ANISOTROPIC
PARTICLE SCATTERING ON MAGNETIC FIELD
INHOMOGENEITIES**

Yu.I. Fedorov

Main Astronomical Observatory of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kyiv,
Ukraine

fedorov@mao.kiev.ua

The energetic charged particle transport in the turbulent magnetic fields is considered on the basis of Fokker-Planck kinetic equation. The used scattering operators correspond to isotropic as well as to anisotropic particle scattering. The particle injection by isotropic and point-like source is studied and magnetic field is represented as a superposition of mean homogeneous magnetic field and turbulent field. Starting from the kinetic equation the set of differential equations for harmonics of cosmic ray distribution function is obtained.

The cosmic ray transport equation taking into account the presence of the second harmonic of particle angular distribution is derived and its solution is obtained. The telegraph equation and hyperdiffusion equation for cosmic ray density are derived and their solutions are reached. The temporal variations of cosmic ray angular distribution are studied and the evolution of particle anisotropy is analyzed under isotropic and anisotropic cosmic ray scattering on magnetic field irregularities.

**THE CONFIGURATION SPACE OF A SPHERICALLY
SYMMETRIC SYSTEM OF GRAVITATIONAL AND
ELECTROMAGNETIC FIELDS**

V.D. Gladush

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

It is known that the classical and quantum properties of gravitating system are determined by the geometry of superspace and its supermetric, since the superspace is the arena of the action of the gravitational field. Studying the geometry of superspace, one can obtain important information about the classical and quantum manifestations of the gravitational field. The superspace approach can be generalized to more complex configurations of the gravitational field with a material source. However, the study of the superspace geometry in the general case faces insurmountable mathematical difficulties. Therefore, to study many problems of quantum gravity, spherically symmetric (SS) configurations are widely used, as the simplest popular models of general relativity.

The proposed work explores the configuration space of the SS system of gravitational and electromagnetic fields. The model is based on the observation that the classical SS configurations, which are stationary from the point of view of an external observer, have certain regions of space-time (ST) with dynamic behavior. This means that in these areas there exists an evolution of the ST geometry in time, which is responsible for the dynamic and quantum-mechanical properties of this BH model. An action is constructed for this system of fields and the structure of the classical ST configuration is discussed, and the T- and R-regions are introduced. Next, dynamic quantities and relations for the T-region are introduced. Then additional physical quantities (the generalized mass function and charge) are introduced and the conservation laws for them are proved. Finally, with the aid of the Hamiltonian connection, the non-dynamic degree of freedom (the lapse function), from the action of Einstein-Hilbert, is eliminated. This leads to action in the configuration space (minisuperspace) with the corresponding supermetric. We note that the equations of geodesics in the minisuperspace, under subsequent fixation of the reference frame turn out to be equivalent to the Einstein equations. The Einstein-Hamilton-Jacobi equation is constructed and the structure of its solution is studied. At that, no gauge conditions are used. It turns out that the minisuperspace is flat, and therefore the solutions of the Einstein equations correspond to a pencil of lines in the minisuperspace. Their intersection with the light cone of the

minisuperspace corresponds to the event horizons in the ST of the charged black hole.

The quantization of the SS system of gravitational and electromagnetic fields reduces to the quantization of a free particle in a three-dimensional pseudo-Euclidean superspace. Based on the DeWitt equation and quantum operators of mass and charge, the wave function of the SS configuration of the gravitational and electromagnetic fields is constructed. Thus, we obtain a model of charged black hole with a continuous mass spectrum.

COLLIDING WIND BINARY Γ^2 VELORUM AS A VERY HIGH ENERGY Γ -RAY SOURCE

B.I. Hnatyk

Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University
of Kyiv, Kyiv, Ukraine
hnatyk@observ.univ.kiev.ua

Till now, among colliding wind binaries (CWBs), only η Carinae has been detected as high and very high energy γ -ray source. Results of theoretical modeling have highlighted sample of seven CWB with WR-companion - WR 11, WR 70, WR 125, WR 137, WR140, WR 146, and WR 147 - as the most favorable candidates for high energy γ -ray sources. But in new analysis of 7 years of the Fermi LAT data, only three sources - WR11, WR125, and WR147 - have been detected with significance exceeding threshold $TS=25$, and only WR11 does not suffer from background contamination. CWB γ^2 Velorum was the expected candidate for high energy gamma-ray sources. Besides enough powerful winds of both (WR11 and O-star) companions and small period/separation, its main advantage is proximity to the Earth: only 340 pc, so that WR11 is the closest WR star to the Earth. We calculate very high energy γ -ray emission from a colliding wind region (CWR) in γ^2 Velorum with accounting for gamma-ray generation via diffusive shock acceleration of protons and nuclei at CWR shocks and following pion decay. It is shown that hardening of observed Fermi LAT gamma-ray spectrum at 10-100 GeV may be a signature of shock accelerated protons/nuclei up to maximum energy of accelerated particles of order of 100 TeV. We analyze as well a prospect for γ^2 Velorum observations with CTA.

**QUANTIZATION OF CHARGED BLACK HOLES AS
DEGENERATE SYSTEMS**

M. G. Holovko, V.D. Gladush

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine.
dilmendar@gmail.com

In this paper, we consider the problem of finding a wave function that describes the spherically symmetric configuration of the gravitational and electromagnetic fields as a quantum system. Proceeding from the standard classical Einstein-Hilbert action, a Lagrangian of this configuration is constructed for a spherically symmetric space-time. Obtained Lagrangian appears to be degenerate. We introduce the R- and T- regions, in each of which we define new generalized coordinates – F, R, U, N. In this coordinates resulting Lagrangian is greatly simplified. Following the formalism of quantization of degenerate systems, developed by D.M. Gitman and I.V. Tyutin in extended phase space, we obtain the Hamilton function from the Lagrangian. The system contains nonphysical degrees of freedom, which can be separated from physical degrees by a suitable canonical transformation. In these new canonical variables the physical part of the Hamiltonian function is identically zero. This leads to the fact that the desired wave function is determined only by the eigenvalue equations for the mass and charge operators. The spectra of the corresponding operators obtained in this way are continuous.

The result for considering this case is similar to the result of the geometrodynamical approach developed by Karel V. Kuchar. Also, obtained result agrees with result of earlier consideration of non-charged black holes.

**STELLAR AND DARK MATTER DENSITY IN THE LOCAL
UNIVERSE**

I.D. Karachentsev, K.N. Telikova

Special Astrophysical Observatory of Russian Acad. Sci., Nizhnii Arkhyz,
Russia

We calculate the mean density profiles for luminous and dark matter at the distance scales $D \leq 100$ Mpc using recent all-sky catalogs of galaxy groups. Within the Local volume ($D < 11$ Mpc) we derive the mean stellar

density $\Omega_{*} = 0.44\%$ in the critical density units, and the mean total matter density $\Omega_{m} = 0.17$. In the sphere with a radius of 40 Mpc these quantities drop to $\Omega_{*} = 0.24 - 0.32\%$ and $\Omega_{m} = 0.09 - 0.14$. In the larger volume within $V_{LG} = 3000 - 10000$ km/s or $D < 135$ Mpc the discussed densities become more uncertain, being $\Omega_{*} = 0.20 - 0.24\%$ and $\Omega_{m} = 0.05 - 0.16$. We summarized that the essential part of the cosmic dark matter is located outside the collapsed zones of groups and clusters.

MORPHOLOGY, STRUCTURE, AND GALAXY PECULIAR MOTIONS IN THE LOCAL SUPERCLUSTER PLANE

V. E. Karachentseva¹, O. G. Kashibadze², I. D. Karachentsev²

¹Main Astronomical Observatory Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Special Astrophysical Observatory of Russian Acad. Sci., Nizhni Arkhyz, Russia

We investigate the distribution and velocity field of galaxies situated in a band of 100° by 20° centered on M 87 and oriented along the Local supercluster plane. Our sample amounts 2158 galaxies with radial velocities less than 2000 km/s. Of them, 1119 galaxies (52%) have distance and peculiar velocity estimates, from primary or secondary estimators. About $\frac{3}{4}$ of early-type galaxies are concentrated within the Virgo cluster core, and most of the late-type galaxies in the band locate outside the virial radius. Distributions of gas-rich dwarfs with $M_{HI} > M_{*}$ looks to be insensitive to the Virgo cluster presence. Among 50 galaxy groups in the equatorial supercluster band 6 groups have peculiar velocities about (500-1000) km/s which are comparable to virial motions in rich clusters. Galaxies around Virgo cluster exhibit Virgo-centric infall with an amplitude of ~ 500 km/s. Assuming the spherically symmetric radial infall we estimate the radius of the zero-velocity surface to be $R_0 = (7.0 \pm 0.3)$ Mpc that yields the total mass of Virgo cluster equal to $(7.4 \pm 0.9) \cdot 10^{14} M_{\odot}$ in tight agreement with previous virial mass estimates, $(6.2 \div 8.3) 10^{14} M_{\odot}$. We conclude that the Virgo outskirts do not contain significant amounts of dark matter beyond its virial core.

**DESCRIPTION OF TIME-DEPENDENT COSMIC-RAY
MODULATION**

Yu.L. Kolesnyk, B.A. Shakhov

Main Astronomical Observatory of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kyiv,
Ukraine

We propose a theoretical method for description of time-dependent cosmic-ray (CR) modulation that is, when one can observe solar cycle-related changes in CR intensities due to changes in the modulation environment. For this purpose, a time dependent term needs to be taken into account in the TPE equation, and changes in the modulation environment will be described by the diffusion coefficient that varies with time.

Within the framework of the proposed method, energy spectra of CR were obtained near the Earth and spatial-energetic spectra of CR were calculated depending on the phases of the solar activity.

**DYNAMICAL EVOLUTION OF SUPERMASSIVE BINARY BLACK
HOLE AT THE CENTER OF NGC 6240 BASED ON X-RAY
OBSERVATIONAL DATA**

**O. Kompaniiets¹, P. Berczik^{2,3,4}, V. Marchenko⁵, M. Sobolenko², E.
Fedorova⁶.**

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Faculty of Physics,
Department of Astronomy and Space Physics, Kyiv, Ukraine

²Main Astronomical Observatory Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³The International Center of Future Science of the Jilin University,
Changchun City, China

⁴National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for
Computational Astrophysics, Chinese Acad. Sci., Beijing, China

⁵Astronomical Observatory, Jagiellonian University, Krakow, Poland

⁶ Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National
University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

NGC 6240 is an interacting galaxy where two Supermassive Black Holes (SMBH) are nested in two separate nuclei. Analyzing the X-ray observational data enable us to estimate some physical parameters of this object, such as black hole mass, dynamical mass and separation distance. To estimate these parameters we use the XMM-Newton and Chandra data. Fe-

K emission lines are presented in the spectra of both nuclei and give us possibility to estimate relative velocities of the nuclei relatively to each other. We estimated the black hole mass and dynamical mass for the region within 1 kpc scale using the Doppler effect and the assumption that nuclei rotate around the center of mass on a circular orbit. For our physical parameters we obtained the timescale of merger for SMBH in the NGC 6240 at the level of ~ 10 Myr.

Merging of the black holes in centers of galaxies like NGC 6240 leads to a strong perturbation of the metric of space-time and radiation of gravitational waves. To analyze the gravitational signal from nuclear fusion in NGC 6240 we performed a set of large scale direct N-body simulations of the galaxy collision with the central Supermassive Black Hole Binary system within the Newtonian and Post-Newtonian dynamics.

NUCLEOSYNTHESIS AT STRONG MAGNETIC FIELDS VS THE TITANIUM PROBLEM

V.N. Kondratyev

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Strong magnetic fields are considered as noticeable pressure component for magnetorotational supernova explosions. At such fields magnetic modification of nuclear structure is shown to shift the nuclear magic numbers 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}Ti revealed from INTEGRAL, NuStar mission data for some young supernova remnants at a field strength of several Teratesla. Such magnetization intensity is consistent with SN explosion energetics. Magnetic impact on nucleosynthesis in galactic chemical evolution is discussed. It is shown that these conditions imply significant enhancement in portion of major titanium isotope ^{48}Ti in galactic chemical composition.

**DYNAMICS OF SPHERICAL COSMOLOGICAL PERTURBATION
IN UNIVERSE WITH THREE COMPONENTS: DARK MATTER,
DARK ENERGY AND RADIATION**

Yu. Kulinich, B. Novosyadlyj, M. Tsizh

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv,
Lviv, Ukraine

We analyze the evolution of the spherical perturbation in the Universe with tree matter component: dark matter, dark energy and radiation within framework of relativistic approach. The advantage of our new approach in comparison with previous one (see B.Novosyadlyj, M.Tsizh, Kulinich Yu., Dynamics of minimally coupled dark energy in spherical halos of dark matter, General Relativity and Gravitation, 2016, Volume 48, article id.30) is using exact nonlinear equations - Einstein equations and momentum conservation equations. This allows us to analyze how relativistic corrections can affect the estimation of dark energy parameters such as effective sound speed c_s and state parameter w from voids density profiles (B.Novosyadlyj, M.Tsizh, Voids in the Cosmic Web as a dark energy, Condensed Matter Physics, 2017, Vol.20 , No1, 13901: 1-10) and how dark energy behaves during forming such nonlinear structures as halo and black hole.

**3-D SIMULATIONS OF SUPERNOVA REMNANT EVOLUTION IN
THE NON-UNIFORM INTERSTELLAR MEDIUM**

T. Kuzyo, O. Petruk

Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics
of Nat. Acad. Sci. Ukraine, Lviv, Ukraine

The evolution of blast waves in the interstellar medium (ISM) is governed by the system of MHD equations, which are generally not solvable analytically. The main sources of blast waves in astrophysics are supernova explosions resulting in supernova remnant (SNRs) propagating in the ISM which sweeps-up and heats the interstellar gas. During the SNR evolution the post-shock flow undergoes several significant changes. Such a change in the flow leads to the transition to the next evolutionary stage. On the other hand the flow change itself is caused by the change of the dominated physical processes in SNR.

We study the features of SNR evolution on its different stages via three dimensional MHD simulations on different time and length scales from early free expansion stage at the age of 10 years up to the well established radiative stage (60 000 yrs). The presence of the density non-uniformity allows us to study the interaction of SNR with the increasing density medium. Such conditions arise when SNR propagates into the medium with a dense molecular cloud.

Simulation results allow us to trace the dependence of blast wave dynamics on the magnetic field direction and the density gradient. Our results show the evolution of post-shock parameters and their properties on the transition between evolutionary stages.

MORPHOLOGY OF GALAXY CLUSTERS IN SUPERCLUSTERS: GENERAL PROPERTIES

E. A. Panko¹, S.I. Yemelianov², V.M. Korshunov¹

¹ Odessa I. I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine

² Mykolaiv V.O. Sukhomlynskyi National University, Mykolaiv, Ukraine

Morphology of galaxy clusters connected with several parameters. In particular, distribution of galaxies inside the clusters depends from distances to neighbours. The Muenster Red Sky Survey catalogues of galaxies, galaxy clusters and superclusters created on MRSS data allows to study the morphology of galaxy clusters including ones placed in rich and poor regions.

We select more than one hundred rich and normal galaxy clusters for present study. The morphology types were assigned according improved classification scheme using Cluster Cartography program. The scheme allows to describe clusters according to concentration of galaxies to the center, the presence overdense belts or strips, the role of cD galaxies and bright cluster members, to estimate common morphology of galaxies in the clusters and to describe other peculiarities. The results of study are discussed.

**COMPACT STAR-FORMING GALAXIES: THE FRACTION OF
THERMAL EMISSION
IN THE RADIO CONTINUUM AT 1.4 GHz**

S.L.Parnovsky¹, I.Yu.Izotova²

Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of
Kyiv, Kyiv, Ukraine

¹par@ukr.net, ²izotova@observ.univ.kiev.ua

The fraction of thermal (free-free) emission in the radio continuum at the frequency of 1.4 GHz is derived in 193 compact star-forming galaxies (CSFG) selected from the Data Release 12 of the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). We use the 1.4 GHz fluxes from the FIRST (Faint Images of the Radio Sky at Twenty Centimeters) and NVSS (NRAO-VLA Sky Survey) catalogues. The fluxes of the thermal component at 1.4 GHz are derived from the extinction- and aperture-corrected fluxes of the H β emission line in the SDSS spectra and are compared with the total fluxes in radio continuum. The distribution of the fraction of thermal emission A at 1.4 GHz is similar to the log-normal one. Its median values of 6% and 14% are derived respectively with the H β emission line fluxes which are non-corrected and corrected for aperture. We consider these values as lower and upper limits and discuss their uncertainties introduced by aperture corrections. The derived fractions of thermal emission are similar to those found previously for different types of star-forming galaxies. We study the dependence of A on various parameters and find strong correlation with the equivalent width of the H β emission line W and the $g-r$ colour index I . The A value increases with increasing of the equivalent width W at a fixed colour index I or with increasing of the colour index I at a fixed equivalent width W . In the general case, when both W and I are varied, we obtain the relation $\log(A) = C_1 + C_2(W - W_0) + C_3(I - I_0)$ where $W_0 = 29.3$, $I_0 = 0.342$, $C_1 = -0.884 \pm 0.02$, $C_2 = 0.0044 \pm 0.001$ and $C_3 = 0.23 \pm 0.13$. Additionally, we find that the fraction of thermal emission at 1.4 GHz is lower for older starbursts.

COULD A BIG BANG BE ANISOTROPIC?

S.L. Parnovsky

Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of
Kyiv, Kyiv, Ukraine
par@observ.univ.kiev.ua

Astronomical observations show that the Universe is isotropic and homogeneous on a large scale. Therefore, cosmologists prefer to deal with isotropic homogeneous cosmological models, which reduce to three Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker or Λ CDM ones. It is known that the homogeneity of the Universe is broken because of the density fluctuations growth. However, the assumption that the Universe is and always has been isotropic on a large scale is the standard in astronomy. We show that anisotropic cosmological models can also agree well with astronomical observations. In this case, the Big Bang was highly anisotropic, but during the inflationary epoch the Universe managed to be isotropized enough that we can not detect a negligible residual anisotropy of cosmological expansion. We demonstrate this possibility using the anisotropic homogeneous cosmological model Bianchi type I. The properties and the future of this model now practically coincide with the same for the spatially flat homogeneous isotropic model. However, the differences in the Big Bang type and the very early stages of the Universe can be significant for some aspects of a present picture of the world.

**VELA SUPERNOVA REMNANT AND ITS PULSAR WIND
NEBULA:
PHYSICAL CHARACTERISTICS AND RADIO EMISSION.**

P. Plotko

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Vela Supernova remnant is a result of Supernova outburst at the boundary of the stellar wind bubble created by binary (WR11 and O-star) star γ^2 Velorum. Due to the different densities inside and outside stellar wind bubble NE and SW parts of remnant have different physical characteristics. Once more, pulsar wind nebula created by Vela pulsar, is deformed and shifted by anisotropic reverse shock wave of Vela Supernova remnant. We analyze the physical conditions in the Vela Supernova

remnants and Vela pulsar wind nebula on the basis of their radio maps, and recover the magnetic field and cosmic ray parameters from radio (synchrotron) and gamma-ray (Inverse Compton) emission data.

THE RESULTS OF MONITORING OF FOUR ACTIVE GALACTIC NUCLEI IN THE OPTICAL RANGE

V.A. Ponomarenko, A.O. Simon, V.V. Vasylenko, A.R. Baransky
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

We report the results of systematical monitoring of selected objects from the CTA optical follow up list, started in January 2018. Observations are carried out with the AZT-8 ($D = 70$ cm, $F = 2.8$ m) telescope of the observation station Lisnyky of Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. This telescope was included in the list of supporting instruments of the CTA Consortium. Telescope equipped with the PL4710-1-BB-E2V CCD and broadband Bessel UBVR filters.

Light curves were plotted, variability of color indexes with time was investigated for the next four objects: 1ES 1011+496, PKS 1222+216, 1ES 1426+428, PKS 1510-089. In addition, we determine the variability amplitude and test all these objects for Intraday Variations (IDV), Short (STV) and Long term variability (LTV) when it was possible. The obtained information was analyzed. The results and methods with the data of other authors were compared.

MAGNETOGENESIS BY NON-MINIMAL COUPLING TO GRAVITY IN THE STAROBINSKY INFLATIONARY MODEL

O. Savchenko¹, Yu. Shtanov^{1,2}

¹Department of Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Kyiv, Ukraine

²Bogolyubov Institute for Theoretical Physics Nat. Acad. Sci. of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

Astronomical observations imply that magnetic fields are ubiquitous in our Universe: from planetary and stellar scales to cosmological ones, fields of varying magnitude and extension have been measured. Large scale

magnetic fields that stretch across cosmological distances are particularly interesting, since they might shed some new light on the history and the evolution of our Universe. Spiral galaxies similar to Milky Way host regular magnetic fields of the order of μG , while distant galaxies exhibit fields of the order of $100 \mu\text{G}$. Recent observations provide a strong evidence for the presence of a magnetic field in intergalactic medium, including voids, with strengths no less than 10^{-16} G . Various mechanisms responsible for the origin of these cosmic magnetic fields have been under consideration. They can broadly be classified into astrophysical and cosmological scenarios. Large coherence lengths and presence of these fields even in high-redshift galaxies strongly suggest the cosmological origin of primordial seed fields, which are subsequently amplified in galaxies, probably by the dynamo mechanism. Among cosmological scenarios, inflation in the early universe provides a promising mechanism for the generation of these magnetic fields, since it is well known that quantum fluctuations of massless fields are very strongly amplified during inflation. In my talk, I want to discuss magnetogenesis in the Starobinsky R^2 model of inflation, which, according to the most recent observational data of the Planck Collaboration, is one of the most favoured inflationary models. In pure electrodynamics, it is impossible to generate such fields since the theory is conformally invariant, and thus, the field on the flat cosmological background remains in its vacuum state. In order to break this conformal invariance, two classical versions of the inflationary magnetogenesis mechanisms were proposed: couple the electromagnetic field either directly to the inflaton field or to the metric curvature. The origin of the inflaton coupling to electromagnetic field remains somewhat obscure in the inflationary models and usually is arbitrarily introduced 'by hand.' On the other side, couplings to metric curvature are naturally expected due to one-loop vacuum polarization in curved space-time. In our work, we point out that the vacuum-polarization effects that are used in the curvature-based models of inflation also naturally generate inflaton coupling to the electromagnetic field, since the general $f(R)$ -gravity theory is conformally equivalent to the usual gravity with a scalar field. The seminal model of this kind is the Starobinsky inflationary model, for which we illustrate this idea. We consider the usual couplings of the form RF^2 , as well as parity-breaking couplings RF^*F assumed to be present along with the lowest-order contribution to the gravitational action proportional to R^2 . Such a parity-violating term leads to the generation of a helical magnetic field, which leaves very distinct observational signatures, such as its imprint on the CMB. After the conformal transformation, these couplings result in non-trivial interactions

between the inflaton and the electromagnetic field, whose form is completely determined by the symmetries of the model. We then make an assessment of inflationary and post-inflationary magnetogenesis in this model. While it seems rather difficult to achieve considerable effect of magnetogenesis with non-helical couplings, in the helical case magnetic field can be generated quite easily, but the back-reaction considerations still constrain the final field amplitude rather severely.

DIPOLE OF THE LUMINOSITY DISTANCE AS A TEST FOR DARK ENERGY MODELS

O. Sergijenko

Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

According to the Planck 2015 year data the dark energy in current epoch is close to the cosmological constant. This makes it much harder to detect the temporal variation of the dark energy equation of state parameter and to distinguish the dark energy models. The reliability of $w(z)$ determination will be significantly higher if the dependence $H(z)$ is measured instead of the luminosity or angular diameter distances. This dependence can be determined directly from the dipole of the luminosity distance to SN Ia [C. Bonvin, R. Durrer, M. Kunz, Phys. Rev. Lett. 96, 191302 (2006)]. We investigate the possibility of using the data on dipole of the luminosity distance obtained from the SN Ia compilations SDSS, Union2.1, JLA and Pantheon to distinguish the dark energy models.

EVOLUTION OF THE MONOENERGETIC SPECTRUM OF COSMIC RAYS IN A SIMPLE MODEL DESCRIBED BY A SPHERICALLY SYMMETRIC LAYER OF THE SOLAR WIND

B.A. Shakhov

Main Astronomical Observatory of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The model is selected as follows. A spherical layer of radii r_1, r_2 ($r_1 < r_2$) centered on the Sun is considered. On the boundaries of the layer, boundary conditions are established corresponding to zero fluxes of

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

particles of a given energy. Speed of solar wind is chosen to fall back according to the law of inverse squares from heliodistance. As the initial condition, the product of the monoenergetic spectrum and the function describing the stationary spatially particle distribution is chosen. The diffusion-convection equation of the theory of modulation of cosmic rays is used. With the help of the Mellin integral transform with respect to the energy variable and the Laplace transform with respect to the time the concentration of cosmic rays as a function of time, energy and heliodistance is found.

SELF-INTERACTION SCALAR FIELD AS A DARK ENERGY MODEL

I.A . Siutsou, Yu.P. Vyblyi, I.G. Dudko

ICRANet-Minsk, Stepanov Institute of physics Nat. Acad. Sci. of Belarus,
Minsk, Belarus

The model, in which requirement that the source of the field is the trace of its own stress-energy tensor is proposed. This requirement leads to the Lagrangian containing three arbitrary parameters only. With respect to flat Friedman cosmology the example of numerical solution shows that for certain restrictions on the parameters the slow roll regime is possible. In this regime the scalar field simulates the dark energy as well as Λ -term. In the mass scalar field case, the different regimes of expansion of Universe such as collapse, Big Rip, accelerated expansion and alternating periods of accelerated and decelerated expansion, was obtained.

KINETIC DESCRIPTION OF THERMALIZATION IN DEGENERATE RELATIVISTIC PLASMA

I. Siutsou, M. Prakaneia, G. Vereshchagin

ICRANet-Minsk, B. I. Stepanov Institute of Physics of Nat.Acad.
Sci. Belarus, Minsk, Belarus
siu@tut.by

We present novel results about thermalization of degenerate relativistic electron-positron-photon plasma isotropic in momentum space with drastic improvement in computation time with respect to existing methods due to

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

use of massively parallel GPU computing. Using Uehling-Uhlenbeck collision integral calculated from the first principles of quantum electrodynamics we succeeded to take into account all two- and three-particle interactions. We show that rates of three-particle interactions for temperatures $kT \geq m_e c^2$ dominate over two-particle ones in the low-energy part of spectrum. This substantially changes plasma path to thermal equilibrium, excluding previously found state of kinetic equilibrium for such temperatures.

CIRCULAR ORBITS AROUND COMPACT OBJECTS WITH MASSIVE SCALAR FIELD

O.S. Stashko, V.I. Zhdanov

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

We study a spherically symmetric static object in the General Relativity in presence of the linear massive scalar field. Numerical solutions of the coupled system of Einstein and scalar field equations are derived to study the test-body orbits around naked singularity, which is typical for objects with the scalar fields. The distribution of circular orbits differs qualitatively from the Schwarzschild case, where this distribution is continuous. In our case, a discontinuity in the distribution is possible, and the annular structure is formed. We found the domains of parameters for which this annular structure is possible. The results obtained may be of interest for testing models of the dynamical dark energy.

FORMATION AND PROPAGATION OF COSMIC-RAY ENSEMBLES

O. Sushchov, P. Homola

Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences, Cracow, Poland

High energy particles, including photons, should interact with matter and various types of radiation while propagating through the Universe. These interactions obviously initiate particle cascades of various types and sizes, here these cascades are referred to as cosmic-ray ensembles (CRE). In which circumstances and for which conditions is it possible to identify at least two cosmic rays as belonging to one CRE? What could be the

scientific gain from such observations? How could the CRE-oriented research help in hunting for manifestations of unseen or new physics? Addressing these questions requires a dedicated research program. Since recently, Cosmic-Ray Extremely Distributed Observatory (CREDO) Collaboration aims at pursuing a mission dedicated to CRE, and this talk is a part of the CREDO program. Here we propose a strategy for a comprehensive study on formation and propagation of cosmic-ray ensembles, pointing to example research projects that have already been initiated or that have been proposed to be undertaken in near future.

THE MEAN TRANSMISSION OF THE LY α -FOREST FROM THE SDSS DR10 QUASAR SPECTRA

O. Torbaniuk

Main Astronomical Observatory of the Nat. Acad. Sci. Ukraine, Kyiv,
Ukraine,

Department of Physics “E. Pancini”, University Federico II in Naples, Italy

The intergalactic medium is revealed by the numerous neutral Hydrogen HI absorption lines seen in the spectra of distant quasars, the so-called Ly α -forest, which traces the thermal and radiative history of the Universe, as well as the evolution of underlying matter distribution over a wide range of scales and redshifts. It is possible due to relation of the Ly α opacity of the intergalactic HI to its density and other physical parameters. As a measure of opacity the value F , named the mean transmission and defined as a ratio of observed (transmitted) and emitted fluxes, is used. One of the main problems in these studies is related to determination of emitted flux, i. e. the continuum level in quasar spectra. In this work we present a new method of determination of the continuum level which involves using composite spectra of quasars with similar monochromatic luminosity at 1450 Å and similar spectral index α_λ within the wavelength range 1215-1450 Å. For this study we compiled 55 such composite spectra from 13722 medium-resolution quasar spectra from the Sloan Digital Sky Survey Data Release 10. Our method was applied to our sample of 42140 quasar spectra from SDSS DR10 for studying the redshift dependence of the mean transmission and calculating two-point statistics of fluctuations of the transmitted flux in Ly α -forest.

**NETWORK METRICS OF COSMIC WEB BUILT ON GADGET2
SIMULATION
DARK MATTER HALO CATALOG**

M.Tsizh

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv,
Lviv, Ukraine,
maksym.tsizh@lnu.edu.ua

In this work I compute a set of network metrics (characteristics) for each node of considered network. I consider the cosmic web of GADGET2 cosmology simulation, where only dark matter particles are present, as complex network, where halos play role of nodes and are linked with edge, if the distance between them are smaller certain one, called linking length. I study how those metrics are connected to topological affiliation of the halos, i.e. type of large scale structure, which they belongs to. I use data on such affiliation (classification) evaluated and provided by CLASSIC method based on density distribution of matter by other authors. This method outlines four types of structure: voids, filaments, sheets and knots (superclusters). I find Spearman rank correlation coefficient between network metrics and affiliation to one of those structures. I also study the distributions of values of each metric for subpopulation of different topological structure type. In this work I evaluated and studied 7 network metrics for considered network: degree, betweenness centrality, closeness centrality, clustering coefficient, average neighbor degree, eigenvalue centrality and Katz centrality. I also use gradient boosted decision trees method (xgboost), a supervised machine learning method to test the predictive power of obtained network metrics to check if one would be able to use them for independent classification of large-scale structure, to which a node (halo) belongs. Obtain results have shown, that complex network analysis in principle can be use as a tool for discovering topology of the large scale structure of the Universe.

GAUSSIAN FIELD MODEL FOR GALAXY DISTRIBUTION

A.V. Tugay, V.V. Voycehovsky

Astronomy and Space Physics Department, Faculty of Physics, Taras
Shevchenko National University of Kyiv
tugay.anatoliy@gmail.com

Current cosmological N-body and hydrodynamical simulations are performed with the usage of large resources. Ordinal modern simulation need thousands processor cores. Number of particles reach 8 trillions in some cases. New mathematical methods are included into cosmological codes such as Monte Carlo Markov chains, genetic algorithms and machine learning. Despite of increasing resolution and assortment of simulated physical values, there are no significant flow of new scientific results obtained from simulations. Some simulations become online virtual observatories with little usage. We propose simple method to generate two dimensional galaxy distribution which can be considered as a model of sky distribution of real galaxies. We compared our random point distributions with positions of SDSS galaxies by fitting of two point angular correlation function. Resulting parameters of appropriate galaxy distributions could be used for the analysis of the large-scale structure of the Universe.

A COSMOLOGICAL TIME ISSUE IN THE DE SITTER SPACE-TIME

A.N. Turinov

Theoretical Physics Department, Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, Ukraine

As in any theory, there are many issues under discussion in General Relativity. In view of complexity of field equations obtaining of exact solutions becomes feasible only in spaces of high dimensionality. In this way, every exact solution is considerably preferred than any kind of approximations. The cosmological Big Bang model is based on the Friedmann exact solutions. But they imply some difficulties including the initial singularity problem. One of the ways of its removal is matching of the Friedmann world and exact solution of field equations without initial singularity. Among the inflationary Universe models such solution is the de Sitter one describing initial period of the Universe.

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Our consideration leads to a new generalized representation of the de Sitter Universe by transforming to synchronous coordinate systems. We studied the properties of obtained representation by embedding of the 4-dimensional de Sitter world into the 5-dimensional flat space. Also, we showed the feasibility of matching of the de Sitter solution and the Tolman world. The de Sitter world may be the initial state for the Tolman Universe because a choice of integration functions is the choice of synchronous coordinate system, where it is possible to match these metrics. So, it proves, that in the de Sitter Universe it appears to be infinitely many “universal” times, not only three, as considered recently. In other words, the de Sitter Universe can be split by infinite number of possibilities into the worlds, each characterized by defined time value and one of three types of space curvature: positive, negative and zero. Thus, there is no way to introduce the notion of universal cosmological time in the de Sitter world.

EXACTLY SOLVABLE MODELS OF VOIDS IN THE FRIEDMANN UNIVERSE

A.N. Turinov, V.O. Klimenko

Theoretical Physics Department, Oles Honchar Dnipro National University,
Dnipro, Ukraine

Over the last years there were many astronomical observations of large spherical regions in the Universe with the density of the luminous matter, which is far less, than that of their surroundings, so-called voids. This data enhanced theoretical studies of the evolution and effect of such regions in models of the expanding Universe. There are four areas of research: small perturbation of homogeneous cosmologies; use of the Einstein-Straus vacuole; use of the Tolman space-times; representation of the void boundary as the thin wall approximation. As a result, researchers come to contradictory conclusions concerning the formation and evolution of voids. In this paper we obtained some results regarding voids in cosmological models. We used the voids, constructed by matching of Tolman solution for nonhomogeneous dust (description of void space-time) and Friedmann solution for homogeneous dust (description of space-time in the surrounding Universe) as a special case of the Tolman one. To gain a continuity of the first and second fundamental forms of the matched metrics, we imposed the Lichnerowicz – Darmous matching conditions. We

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

considered two different spherically symmetric Tolman space-times and chose the hypersurface $R=R_b=\text{const}$ as a matching boundary.

The voids described by the Minkowski space-time cannot exist in the Friedmann Universe. But it is possible to choose the Tolman Universe with exotic parameters, and such Universe can contain the voids, which are described by empty space-time. The Friedmann Universe also cannot contain the voids described by another Friedmann space-time. We investigated the voids in parabolic, elliptic and hyperbolic Friedmann space-times. It was shown that voids cannot exist in the parabolic Friedmann model, because the homogeneous energy density of the Friedmann Universe is equal to the average density in the internal space-time. The possibility of the existence of the small and large voids was also considered. One can choose the mass function of the voids, which enables to describe the voids both in the early Universe and at present. The average energy density of the void is several orders less than energy density in the Friedmann Universe in the regions limited by R_b . There are also the voids, which exist only in the early Universe. Now they are filled with matter. It is revealed from the numerical calculations that the Tolman time is always “older” than the Friedman one is.

POWERFUL BURSTS OF WATER MASERS TOWARDS G25.65+1.05

L.N. Volvach^{1,2}, **A.E. Volvach**^{1,2}, **M.G. Larionov**³,
G.C. MacLeod⁴, **S. P. van den Heever**⁴, **P. Wolak**⁵, **M. Olech**⁵

¹ Radio Astronomy Laboratory of Crimean Astrophysical Observatory;

² Institute of Applied Astronomy, Russian Acad. Sci., St. Petersburg,
Russia;

³ Astro Space Center, Lebedev Physical Institute, Russian Acad. Sci.,
Moscow, Russia;

⁴ Hartebeesthoek Radio Astronomy Observatory, Krugersdorp, South
Africa;

⁵ Centre for Astronomy, Faculty of Physics, Astronomy and Informatics,
Nicolaus Copernicus University, Grudziadzka 5, 87-100 Torun, Poland.

The results of long-term monitoring of the galactic maser source IRAS 18316-0602 (G25.65+1.05) in the water vapor line ($f=22.235$ GHz) performed on the radio telescope RT-22 (Simeiz), RT-26 (HartRAO) and RT-32 (Torun) are presented. The facility recorded the most powerful

double-flash in the history of observation, which began in September 2017 and continued until February 2018. In most the monitoring of the outbreak was carried out on a daily basis. The detailed form of the change in the radiation flux density of the source, reaching $P \sim 1.3 \cdot 10^5$ Jy at the maximum, has made important scientific conclusions related to the possible radiation mechanism in the water vapor line. The exponential increase in the radiation flux density, both in the first part and in the second, double flare, indicates that we are dealing with an unsaturated maser up to the maximum values of the radiation flux densities. An additional argument of this state of the maser is not a very high percentage of linear polarization ($\sim 30\%$), almost twice lower than in such a known galactic kilometer as Orion KL. The last, most accurate distance, obtained for IRAS 18316-0602 (12.5 kpc), and the maximum value of the radiation flux density at the flash maximum make this source the most powerful galactic kilomaser. The dual shape of the flash with exponential rise in the radiation flux density excludes the possibility of explaining the flare phenomenon by the directional effect of the radiation pattern with respect to the observer. The physical nature of the flare should be related to the internal parameters of the medium in which the maser globules emitting in the water vapor line are located. The rapid exponential growth of the kilomaser radiation flux density and exponential decays require recognition of the need for an explosive rise in the density of the medium and the flux density of quanta, leading to an increase in temperature from the initial basal level in (10-40) K. The source of energy release in IRAS 18316-0602, which can be a massive central star in a multiple system, is located at the stage of evolution preceding the main sequence. The flash in the object can be initiated by a massive companion of the central star in the approach each other. As a result of a powerful gravitational perturbation, the shell of the central supermassive star is dumped. The shell reaches the accretion disk (AD) and can create an explosive rise in density and temperature in the gas-dust medium of AD, where maser globules are located.

PROLONGED OUTBURST IN THE BLAZAR 3C 454.3 IN 2014–2017

A.E. Volvach ^{1,2}, M.G. Larionov ³, L.N. Volvach ^{1,2},

¹ Radio Astronomy Laboratory of Crimean Astrophysical Observatory;

² Institute of Applied Astronomy, Russian Acad. Sci., St. Petersburg,
Russia;

³ Astro Space Center, Lebedev Physical Institute, Russian Acad. Sci.,
Moscow, Russia

Data from long-term multi-frequency monitoring of the Active Galactic Nucleus and blazar 3C 454.3 are analyzed. An unusually prolonged outburst in 2013–2017 had a duration that was twice the possible orbital period of the companion of the supermassive black hole (SMBH) located at the center of the host galaxy. We have performed long-term monitoring of the blazar 3C 454.3 at 36.8GHz with the Simeiz 22-m radio telescope. Monitoring of the outburst in 2014–2017 was mainly performed with a time interval of one day. A harmonic analysis of the outburst data revealed an orbital period coincident with the period that had been detected previously based on observational data obtained since 1982. The presence of the orbital period in the outburst data suggests that the increase of the outflow duration is related to the passage of the companion through the accretion disk of the central SMBH when the plane of the accretion disk (AD) becomes coincident with the plane of the companion's orbit, rather than to a growth in the γ factor. We have determined the time delay for the latest outburst in the radio (at millimeter wavelengths) relative to the gamma-ray outburst, which confirm the delays derived based on analyses of previous outbursts in this object. The agreement between the delays suggests that the plane of the AD became coincident with the orbital plane of the companion as a result of precession, leading the companion to be immersed in the AD medium during the outburst. As a consequence, a prolonged energy release with enhanced intensity can be observed as the companion passes through the dense medium of the AD of the central SMBH. The presence of a 1.55-year orbital period in the variations of the emission of 3C 454.3 during this outburst also supports this hypothesis, as opposed to the possibility that the outburst was due to variations in γ and the Doppler factor. Small-scale flux-density fluctuations can arise during the outburst due to matter inhomogeneities with characteristic scales of about 10^{15} cm or more in the AD of the central SMBH and surrounding areas.

**MAGNETIC FIELDS IN THE LOCAL UNIVERSE AND
THEIR INFLUENCE ON THE PROPAGATION OF ULTRA HIGH
ENERGY COSMIC RAYS**

V. Voytsekhovsky¹, B. Hnatyk², Yu. Kudrya²

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of
Kyiv, Kyiv, Ukraine

Cosmological density distribution in the Local Universe up to ~ 100 Mpc, especially in a Virgo Supercluster region (~ 20 Mpc) is strongly nonuniform. Local Group of galaxies and its neighbours Cen A group and M81 group reside in Local Sheet (LS), which is a part of Local Filament (LF), connecting LS with Virgo cluster (VC) at a distance of 16.5 Mpc. Meantime, VC resides in another large filament, connecting Great Attractor mass concentration and Perseus-Pisces Supercluster (PPS). Extragalactic magnetic field (EGMF) distribution is expected to follow the baryonic matter density distribution, with typical values of 10^{-6} G in central regions of clusters, 10^{-8} G in filaments and $\leq 10^{-9}$ G in voids. Ultra high energy cosmic rays (UHECRs) from extragalactic sources should be considerably deflected in EGMF. In this work we estimate the influence of EGMF in LS and LF on the propagation of the UHECRs from sources in the Local Universe, especially, from radiogalaxies Cen A, Virgo A, and from starburst galaxy M82. Taking into account the chemical composition (atomic mass) of cosmic rays and their deflection in EGMF, we have investigated the mean free path and magnetic deflection of H(p), He, O, Si and Fe nuclei. For close potential sources of UHECRs in the Local Universe (Virgo A, GA, PPS) we have estimated types of nuclei that can reach the Earth, and, in the same time, can save a connection of arrival directions with source position within 30 degrees.

**TeV GAMMA-RAY EMISSION FROM THE VELA SUPERNOVA
REMNANT**

K. Vynokurova¹, B. Hnatyk²

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of
Kyiv, Kyiv, Ukraine

We present an analysis of physical conditions of the Vela Supernova remnant and its emission in TeV gamma-ray band. We calculated the expected TeV gamma-ray total flux and spectrum as a result of cosmic ray proton interactions with the proton and nuclear targets in the whole remnant as well as in its north-eastern and south-western parts. We compare the obtained results with the differential sensitivity curves of the future CTA South telescope and estimate the detection capability of the TeV gamma-ray emission from the Vela Supernova remnant.

**SCALAR FIELD AND HYDRODYNAMIC MODELS
IN HOMOGENEOUS ISOTROPIC COSMOLOGY**

Zhdanov V.I., Dylida S.S.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

We study relations between hydrodynamic (H) and scalar field (SF) models of the dark energy in the homogeneous isotropic Universe. The focus is on SF described by the Lagrangian with the canonical kinetic term within spatially flat cosmology. We analyse requirements that guarantee the same cosmological history for the SF and H models at least for special solutions. The differential equation for the SF potential is obtained that ensures such equivalence of the SF and H-models. However, if the "equivalent" SF potential is found for given equation of state (EOS) of the H-model, this does not mean that all solutions of this SF-model have corresponding H-model analogues. In this view we derived a condition that guarantees an "approximate equivalence", when there is a small difference between energy-momentum tensors of the models. The "equivalent" SF potentials and corresponding SF solutions for linear EOS are found in an explicit form; we also present examples with more complicated EOSs.

**РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ ЕЙНШТЕЙНА-ГАМІЛЬТОНА-ЯКОБІ
У Т-ОБЛАСТІ СКАЛЯРНОЇ ЧОРНОЇ ДІРИ**

М.С. Дмитрієв, В.Д. Гладуш

Дніпровський Національний Університет ім. Олесь Гончара, Дніпро,
Україна

Розглядається чорна діра (ЧД), що являє собою результат колапсу сферично-симетричного скалярного поля. На фінальній стадії колапсу, коли сформувався горизонт подій, скалярне поле існує лише під горизонтом. Таким чином задача дослідження кінцевого етапу колапсу скалярного поля зводиться до вивчення Т-області ЧД зі скалярним полем, що еквівалентно, у деякому сенсі, дослідженню космологічної моделі типу Кантовського-Сакса з однорідним скалярним полем. Зазначимо, що задачу дослідження вказаного типу конфігурацій гравітаційного та скалярного полів можна розв'язувати у два способи. Перший спосіб полягає у побудові просторово-часової картини еволюції сферично-симетричної конфігурації гравітаційного та скалярного полів, що зводиться до узгодженого розв'язання рівнянь Ейнштейна та рівнянь руху скалярного поля із відповідними граничними умовами. У даній роботі використовується другий спосіб, який полягає у побудові і дослідженні мінісуперпросторової картини сферично-симетричної конфігурації гравітаційного та скалярного полів. У цьому методі замість часової еволюції конфігурації гравітаційного та скалярного полів вивчається залежність полів один від одного. Цей підхід зводиться до виключення функції ходу з дії Ейнштейна-Гільберта для даної конфігурації за допомогою рівняння гамільтонової в'язі і подальшого переходу до конфігураційного простору (мінісуперпростору) із відповідною мінісуперметрикою. При цьому рівняння Ейнштейна є еквівалентними рівнянням для геодезичних у мінісуперпросторі з урахуванням подальшої фіксації системи відліку, або рівнянням руху деякої ефективної частинки у мінісуперпросторі. Вивчення таких конфігурацій зводиться до побудови рівняння Ейнштейна-Гамільтона-Якобі (ЕГЯ), як основного інструменту класичної геометродинаміки, та його розв'язку. Досліджено геометрію мінісуперпростору, обчислено компоненти тензору кривин, тензору Річі, та скалярної кривини. Показано, що конфігураційний простір є конформно-плоский. За допомогою методів теоретичної механіки та використовуючи граничні умови для скалярного поля, яке дорівнює нулю на горизонті подій, знайдено

розв'язок рівнянь ЕГЯ та відповідні траєкторії руху у конфігураційному просторі. Цей підхід дає розв'язок задачі для конфігураційних змінних, як функцій від однієї з них. Відновлення часової залежності на рівні класичної геометродинаміки здійснюється шляхом конкретизації функції зсуву (системи відліку) та розв'язання відповідних рівнянь для імпульсу. За допомогою такого підходу нами було отримано розв'язок рівняння ЕГЯ для безмасового скалярного поля та поля тяжіння у Т-області ЧД.

ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗАЛИШКУ НАДНОВОЇ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З МАГНЕТАРОМ SGR1900 + 14

Р. Гнатик

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
roman_hnatyk@ukr.net

Магнетар SGR1900 + 14 утворився 1000-6000 років тому в результаті вибуху Наднової в масивному зоряному кластері на відстані 12.5 кпк. Вважається, що цей магнетар може бути джерелом космічних променів надвисоких енергій, зокрема триплету космічних променів з енергіями $E > 10^{20}$ eV, розташованого у галактичній площині поблизу галактичного центру ($l = 35^\circ$, $b = -4^\circ$). Однак, в радіо, оптичному та рентгенівському діапазонах не виявлено ознак залишку Наднової – попередника магнетара. У новому 8-річному огляді неба телескопа Fermi-LAT (FL8Y) в околиці магнетара виявлено неототожене джерело мульти-TeVного гамма-випромінювання FL8Y J1907.3 + 0920. У нашій роботі ми показуємо, що це гамма-випромінювання може утворюватися внаслідок р-р взаємодій космічних променів, прискорених в залишку Наднової, з частинками-мішенями в околі залишку.

**ВИЗНАЧЕННЯ МАС ПОДВІЙНИХ ГАЛАКТИК МЕТОДОМ
„АРГУМЕНТУ СИНХРОНІЗАЦІЇ”**

Ю.М.Кудря

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
yukudrya@ukr.net

Розглянуто можливості застосування методу „аргументу синхронізації” визначення повних мас фізичних пар галактик, відмінних від пари М31 – Молочний Шлях. Ми обмежимося парами в Місцевому об’ємі, накладаючи на кандидатів до включення у вибірку додаткові умови ізольованості. Для чотирнадцяти фізичних пар галактик Місцевого об’єму оцінені їх маси, включаючи маси темної матерії.

**КОЕФІЦІЄНТИ СТОКСА ТА НОВІ ЕФЕКТИ У ПРОСТОРИ
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

Використовуючи отримані нами точні розв’язки рівнянь Максвелла у полі Керра у класі алгебраїчно спеціальних однонаправлених полів ми знаходимо коефіцієнти Стокса та орієнтаційний кут і кут еліптичності еліптично поляризованої електромагнітної хвилі, які не мають сингулярностей на осі обертання та виявляються частотно залежними. У високочастотній межі отримуємо чисельне значення ефекту Скроцького, яке співпадає із чисельним значенням, отриманим Димніковою і Гнедіним, а не іншими авторами.

**АСТРОМЕТРІЯ І МАЛІ ТІЛА
СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ**

**ASTROMETRY AND SMALL BODIES
OF THE SOLAR SYSTEM**

Comet 2P/Encke in the apparitions of 2013 and 2017

V.K. Rosenbush^{1,2}, N.N. Kiselev², O.V.Ivanova^{1,2,3}, O. Shubina², V.V. Kleshchonok¹, V.L. Afanasiev⁴,

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Astronomical Institute of SAS, Tatranská Lomnica, Slovak Republic

⁴Special Astrophysical Observatory of RAS, Nizhnij Arkhyz, Russia
vera.rosenbush@gmail.com

We present the results of imaging polarimetric, photometric, and long-slit spectroscopic observations of comet 2P/Encke performed at the heliocentric distance $r=0.56$ au, geocentric distance $\Delta=0.65$ au, and phase angle $\alpha=109^\circ$ on November 4, 2013 and at $r=1.052$ au, $\Delta=1.336$ au, and $\alpha=46.8^\circ$ on January 23, 2017. Observations were carried out at the 6 m BTA telescope with the multimode focal reducer SCORPIO-2 of the Special Astrophysical Observatory (Russia). In 2013 November, the direct images of comet Encke were obtained with the broad-band r-sdss and V filters, whereas in 2017 January the narrow-band cometary filters BC, RC, and NH₂ filters as well as the medium-band filter SED500 and broad-band r-sdss were used for observations.

The dust in comet Encke was concentrated to the nucleus and only a negligible continuum signal was present at distances greater than 2000 km from the nucleus. The low dust production $Af\rho=32\pm 7$ in the BC filter confirmed the status of the comet as optically dust-poor one. The jet/tail structures were detected in the coma in both observational periods. Simulation of the appearance of these morphological features in the coma showed that visible jets in both observational periods were formed by the single active source located at the north hemisphere at the cometocentric latitude $+55^\circ$.

From the spectra of the comet obtained in 2017 January within the range $\lambda 3750\text{--}7100$ Å with a spectral resolution of 4 Å we identified about 60 species belonging to the CN, C₂, C₃, NH₂, CH, and CO⁺ molecules. The production rates of molecules CN, C₂, C₃, NH₂ at $r=1.052$ au are 3.19×10^{25} mol s⁻¹, $(2.63\text{--}7.69)\times 10^{25}$ mol s⁻¹, 0.17×10^{25} mol s⁻¹, and $(2.53\text{--}3.12)\times 10^{25}$ mol s⁻¹, respectively. The normalized gradient of the cometary dust reflectivity is 8.9 ± 2.9 %/1000 Å, and the value of the reddening of continuum between the BC and RC filters is 15.0 ± 3.5 %.

There are significant differences in color and polarization through the coma. The dust color (BC-RC) systematically decreased from $\sim 1.0^m$ in the

innermost coma up to $\sim 0.1^m$ at the distance 3000 km. The polarization in the near-nucleus area of the coma was about 8% in the r-sdss filters, sharply dropped to $\sim 4\%$ at the distance ~ 3000 km, and then gradually increased with distance from the nucleus with wave-like fluctuations, reaching $\sim 8\%$ at distances ~ 16000 km. After correction for the gas contaminations, using the gas-to-dust ratio along slit from spectroscopy, the degree of polarization increased by an average of 5% in the r-sdss band. The behavior of polarization and color over the coma of comet Encke was very similar to that in comet 67P/C-G and suggest some evolution of particle properties, most likely, decreasing the size of dust particles.

Comparison of some physical parameters of gas/dust environment of the researched comets

V.A. Ponomarenko, K.I. Churyumov

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

We estimated the gas and dust productivity of the comets in 2008-2017 years. The comae of the eight comets (8P/Tuttle, 46P/Wirtanen, 81P/Wild 2, 103P/Hartley 2, C/2009 K5 (McNaught), C/2009 P1 (Garradd), C/2013 US10 (Catalina), C/2014 Q2 (Lovejoy)) were studied. The research on the basis of the optical spectra with an average resolution ($\lambda/\Delta\lambda \approx 1300$ and $\lambda/\Delta\lambda \approx 14000$) has been performed. The spectra at the mountain observatory «Peak Terskol» IC AMER NAS of Ukraine with the help of the telescopes Zeiss-2000 ($D = 2.0$ m; $F_2 = 16$ m) and at the observation station «Lisnyky» AO TSNU of Kyiv using AZT-14 ($D = 0.48$ m; $F_2 = 7.7$ m) were obtained.

The distributions of general and reflected energy in spectra of the comets have been built. Also, the identification of the spectral emission bands and lines on the basis of obtained spectral material has been carried out. Based on the Haser model some physical parameters of neutral gaseous cometary atmosphere (fluxes, the number of molecules, gas productivity) for bands of molecules CN, C₂, C₃, NH₂ were calculated. Also the gas-to-dust productivity ratio ($Q/Af\rho$) was obtained. The obtained data have been analysed. Probable the ratio ($Q/Af\rho$) for most large nuclei ($D > 4$ km) at the heliocentric distances ($1 \text{ AU} < r < 2 \text{ AU}$) has a much smaller value than for small nuclei ($D < 0.6$ km).

Photometric research of comets on the basis of AZT-8 telescope

V.A. Ponomarenko, A.R. Baransky, M.S. Riabokon

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

Photometric observations and studies of comets 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak, 51P/Harrington and C/2017 O1 (ASASSN1) were performed in 2017. Observations were carried out with the AZT-8 ($D = 70$ cm, $F = 2.8$ m) telescope of the observation station Lisnyky of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Telescope was equipped with the PL4710-1-BB-E2V CCD and broadband Johnson/Bessel UBVRI filters. The photometric studies of the LPC C/2017 O1 (ASASSN1) were performed for the first time.

Photometric analysis of the images was carried out and the results were explained. It is shown that the use of filters of the Johnson system is a sufficiently informative method for determining certain physical parameters of the gas-and-dust atmospheres of comets and for the classification of comets. The changes in the atmospheres of long- and short-period comets when they approached the Sun were detected. Features of distribution of reddening in comae that can be characteristics of comets of different families were discovered. The results for the comet 41P/Tuttle-Giacobini-Kresak by spectrophotometric methods were confirmed and expanded.

**Photometrical and spectral observations of sungrazing comet
C/2012 S1 (ISON)**

**O. Ivanova^{1,2,3}, V. Reshetnyk³, P. Korsun², V. Afanasiev⁴,
I. Luk'yanyk³, M. Andreev^{2,5,6}**

¹The Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Slovakia

²Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Ukraine

³Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

⁴Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Science,
Russia

⁵Terskol Branch of the Institute of Astronomy of RAS, Russia

⁶International center for astronomical, medical and ecological research
NAS of Ukraine, Ukraine

ivanovaleksandra@gmail.com

We present an analysis of the photometric and spectroscopic data of the comet C/2012 S1 (ISON) observed at the heliocentric distances of 6.21 – 4.81 AU. The photometric observations were made with the 60-cm Zeiss-600 telescope (ICAMER, peak Terskol, Russia) and the spectroscopic observations were performed using the SCORPIO focal reducer mounted in the prime focus of the 6-m BTA telescope (SAO RAS, Russia). We analyse the B, V and R-band images to describe the dusty cometary coma and to investigate its brightness, colours and dust production rate. The spectra cover the wavelength range of 3600–7070 Å. No emissions which are expected in this wavelength region were detected above the 3- σ level. The continuum shows a reddening effect with the normalized gradient of reflectivity along dispersion of $9.3 \pm 1.1\%$ per 1000 Å. A dust-loss rate was derived using the obtained values and under the different model assumptions.

Spectra of short-periodic comet 2P/Encke in 2003 apparition

O. Shubina¹, N.V. Borisov², O.V. Ivanova^{1,3}, V.K. Rosenbush^{1,4}

¹ Main astronomical observatory of National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Special astrophysical observatory, Nizhnij Arkhyz, Zelenchukskiy region, Karachai-Cherkessian republic, Russia

³ Astronomical institute of Slovak academy of sciences, Tatranská Lomnica, Slovak republic

⁴ Astronomical observatory of Taras Shevchenko national university of Kyiv, Kyiv, Ukraine
shubina@mao.kiev.ua

The spectral observations of comet 2P/Encke were carried out on November 15 and 22, 2003 using the 1-m telescope Zeiss-1000 (SAO RAS) and the UAGS spectrograph. Cometary spectra were obtained within the wavelength ranges 410–580 nm (November 15) and 560–720 nm (November 22). The spectral resolution is about 5 Å. The emission bands of C₂, CN, CH, and NH₂ molecules are detected in the cometary coma. The normalized spectral gradient of reflectivity is $11.95 \pm 3.45\%$ /100 nm and $7.90 \pm 2.81\%$ /100 nm in the wavelength bands 450–567 nm and 565–676 nm, respectively. Parameter $A_{f,p}$, characterizing the measure of dust productivity in a comet, is 77 ± 9 cm, 81 ± 9 cm, and 79 ± 9 cm for the BC,

GC, and RC continuum filters, respectively. The obtained A_{fp} values reflect a very low dust content in comet Encke. Using the Haser model, we determined the production rate of gas molecules: 1.12×10^{25} mol/s for C_2 ($\Delta v=0$) and 3.82×10^{24} mol/s for NH_2 (0,10,0).

Geometric method for the interpretation of jet structures in comets

V.V. Kleshchonok

Astronomical observatory of Taras Shevchenko national university of Kyiv,
Kyiv, Ukraine
klev@observ.univ.kiev.ua

The simple geometric model of the jets that are observed in the near-nuclear region of comets is proposed for interpretation the jets structures. The model takes into account the rotation parameters of the comet's nucleus, the shape of the nucleus, the position of the active region on the surface of the nucleus, and the relative positions of the sun, the earth, and the comet. The orientation of the rotation axis, the rotation period of the nucleus, the angular radius and the precession period are specified as rotation parameters of the core. It is expected that jets are formed by active parts of the nucleus in the presence of illumination from the sun. It was assumed also that the release of matter occurs perpendicular to the surface of the nucleus with constant speed of particles. This approximation is permissible at short distances from the comet's nucleus. Jet model was calculated in 3-dimensional space, and then is projected on the sky plane. It is possible to receive superposition a picture of jets with the real image of a comet for the best possible selection of jets parameters from observations. The graph of the change in the position angle of the beginning of the jet in the picture plane, the shape of the comet's nucleus from the position of the observer and from the side of the sun, are also calculated in addition. This allows a more correct interpretation of the real structure of jets in complex cases.

Robotic observatories: hardware, software and science in the age of automation and Big Data

P. Konorski^{1,2}, P. Sybilski^{1,3} and R. K. Pawlaszek^{1,3}

¹Sybilla Technologies Ltd., Poland

²University of Warsaw, Warsaw, Poland

³Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Toruń, Poland
piotr.konorski@sybillatechnologies.com

In the face of rising importance of independent services with ability to provide highly precise and time-sensitive information regarding Earth's space environment, monitor near-Earth objects (NEOs) alerting the threats and allowing for sustainable exploitation of satellites, it is of vital significance to prepare for new generation of infrastructures combining scientific research and technological advances aiding Space Situational Awareness (SSA) programs. Here we would like to present several tools we have developed to substantively automate astronomical observations and efficiently process and analyze vast amounts of observational data in the context of Space Surveillance and Tracking (SST) projects.

Abot (Astronomical Robot) is a software suite for robotic astronomical observatories composing a fully-featured observing environment build for integration of various hardware, communication protocols and operational schemes into efficient and user friendly package of tools with an intuitive interface. Developed based on observational expertise of experienced astronomy researchers and IT specialists, Abot is a reliable and easy to use tool that maximizes available observing time due to optimized algorithms and observing strategies.

AstroDrive, a web-based cross-platform application dedicated to efficient management of astronomical observational data. Similar in an intuitive experience to eg OneDrive or GoogleDrive, it provides a user-friendly and easy to handle mechanisms to store, process and analyze FITS files with fully-customizable “workflows” - set of tasks and instructions to apply to individual files or batch of multiple frames to obtain ready-to-use data.

Astrometry24.net (A24N) is a web service providing fast and precise astrometric and photometric solutions for SST and NEO. It is capable of processing multiple frames simultaneously and delivers a subpixel precision in nearly real time on both point-like and streak-like sources. A24N is a novel software with specifically developed detection and analysis algorithms, making use of state-of-the-art IT technologies and utilizing

cloud premises to provide a scalable and load balanced solution. It is easily accessible via a cross-platform web-based application with modern UI or programmatically through API.

Investigation of the possibility of increasing the accuracy of the processing of astronomical photo materials by digitizing from the contactless method using a digital SLR camera

**V. V. Babenko¹, L.V. Kazantseva², A.V. Savich¹,
O. O. Timrov¹**

¹Scientific-Research, Project-Design and Technological Institute of
Micrography

²Astronomical Observatory Taras Shevchenko National University of Kyiv
krippon@gmail.com

The results of photographic astronomical observations of the past 150 years have been recognized as a valuable source of information about non-reproducible phenomena, dynamics and kinematics of celestial bodies, and the evolution of orbits for bodies of the Solar system. re-proceeding of photographic material with modern data of star positions, new methods of information technology in combination with other similar results, which obtained over long periods of time by different tools, greatly broaden the knowledge about this or that celestial body.

However, the tedious work of creating the most complete metadata for each shot, analysis of possible instrumental errors is supplemented with problems of additional distortion of images during their digitization.

We analyzed and compared the world experience of the last decade of methods and means of transfer into a digital format of astronomical images, algorithms for their processing, detecting digitizing errors, approaches to their elimination, and assessing the accuracy of astrometrical positions and photometric parameters for various celestial objects.

Most researchers point out that when scanning a photo material with flatbed scanners, there are, among other things, unpredictable uneven displacements of image details in the direction of motion of the scanning line, which significantly affects the reproduction of the geometry of the mutual positions of objects and reduces accuracy.

In order to study this problem more deeply and in search of new possibilities to improve the accuracy of the processing of astronomical

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

photo material a study was started to develop a method for digitizing data in a non-contact way using a digital SLR camera.

For researches, 4 photo negatives of different quality and size were selected with point and extended objects obtained on various instruments from the glass collections of AO KNU: a frame on a 3.5x3.5 cm (film with the image of the Pleiade, 1970, Schmidt camera, AFI of Kazakhstan), a plate 13x13 cm (the Kohler comet, 1977, 40-cm astrograph CrAO), a plate 13x13 cm (Pluto, 1987, AZT-8, Lisniy).

The digital camera Nikon D80 was used for digitizing negatives (CCD Matrix 23.6×15.8 mm, Nikon DX format, resolution 3872×2592 (10.2 million pixels), exposure time range 1/4000 - 30 s, viewfinder - pentaprism, coverage 95%, increase of 0.94, ISO 100-3200 range).

The digitization results are obtained under the following conditions:

- the shooting is done on the lumen and at the same time ensuring the best possible uniformity of the illumination of the original of image;

- It is determined that the smallest elements of the original image contained in the digital image, it is expedient to have elements whose dimensions are commensurate with the grain;

- for the digital registration of small elements of lossless output images, the digital camera has been adapted to macro shooting in well-known ways;

- being aware of the limitations due to the size of the digital camera matrix, the macroscopic conditions are chosen to register small elements of the original image in the digital image (as above), and at the same time, so that the largest possible fragment of the original image (area of interest) hits the lens field;

- the exposure time was determined in such a way that the digital image did not contain pixels that would be abnormally light and abnormally dark;

- to prevent image geometric distortions and vignetting, a lens that deliberately does not cause such distortion under the used shooting conditions is used;

- digital image files in TIFF format are obtained by converting the corresponding files in the NEF format provided that no corrections were made.

The obtained preliminary results of digitization by the given technique testify to the possibility to get rid of unpredictable uneven displacements of image details in the direction of movement of the scanning line, which provides an increase in the accuracy of the estimation of astrometric positions and photometric parameters of various heavenly objects.

On the application of the fast Fourier transformation for estimating the orbital evolution of Damocloids

R.A. Guliyev¹, V.V. Kleshchonok²

¹Shamakhy Astrophysical Observatory of ANAS, Baku, Azerbaijan

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
rustamdb@gmail.com

In our work, we applied the fast Fourier transform (FFT) technique for data obtained by numerical integration. To obtain the results we used software packages such as MERCURY 6, Swift and Swifter. As the initial data, we used a population of Damocloids that we extrapolated for 100 thousand years forward in time. For reliability of the obtained results we used the same algorithms (such as B-S code, Wisdom-Holman mapping and Everhart RA15) included in all packages and also the same simulation conditions (such as number of planets, step of integration, formal accuracy, etc.). According to the received data, we made conclusions about the prospects of applying this or that algorithm, the advantage of one method over another, and also about the reliability of the software package for these purposes. Results are discussed.

Preliminar future orbital evolution of comets discovered in 2016-2018

N. Kovalenko

Astronomical Observatory of Kyiv National University
kievplanet@ukr.net

Each year dozens of new comets are being discovered. In order to investigate their future orbital evolution and potential hazard to Earth the orbits of new comets discovered in 2016-2018 were traced 100 kyr forward in time using Swifter integration package. The 8 planets and the Sun were taken into account and new comets were traced as massless test particles, without considering the non-gravitational forces caused by the outgazing. For comets that reached the 0.3 AU vicinity of Earth over the simulation period more detailed integrations were performed, for initial test particles along with their clones. Results of simulations are presented and discussed.

A reasoned explanation for the origin of Trojans in the Solar system

A.Kazantsev and L. Kazantseva

Kyiv National Taras Shevchenko University
ankaz@observ.univ.kiev.ua

The origin of Trojans in the Solar system remains as an unsolved problem for today. The quantities of real Trojans in the MPC catalog for 2017 are as follows: Mars - 5, Jupiter - over 4500, Saturn - none, Uranus - 2, Neptune - 15. Such distribution of Trojans can be explained by action of a specific non-gravitational effect (NGE) in the Solar system.

This NGE manifests itself in an increase in the semimajor axes of orbits of low-albedo asteroids relative to the semimajor axes of orbits of high-albedo bodies. The increase of semimajor axes of asteroids with albedos $p < 0.1$ may be as high as 1×10^{-7} AU/year. The NGE presently affects the motion of a considerable fraction (not less than 20%) of main-belt asteroids with diameters up to 40 km.

The NGE action can be seen from the dependences asteroid albedos on proper semimajor axes for individual asteroid families. The physical mechanism behind this NGE should be close in nature to an NGE in comets.

The action of this NGE can explain:

- the well-known reduction of the mean albedo across the asteroid belt;
- the existence Trojans of Mars, Jupiter and Neptune and the absence Trojans of Saturn;
- the origin of the Hilda group asteroids and the low albedos of these bodies, as well as the Jupiter Trojans.

This mechanism of the Trojans origin involves certain characteristics of small bodies, which can verify from observations:

- a) Hilda group asteroids and Jupiter Trojans should mainly have prograde rotation;
- b) Mars Trojans should mostly have retrograde rotation.

The last item can more easy check from observations as far as Mars Trojans are the most bright bodies among the all Trojans.

Спостереження та моделювання метеорів з мультимодальними кривими блиску

П.М. Козак

Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет
імені Тараса Шевченка
kpm@univ.kiev.ua

Приводяться результати фотометричної та кінематичної обробки оригінальних телевізійних спостережень метеорів потоку Персеїд 1991, 1992 та 1993 років, які мають яскраво виражені аномалії в кривих блиску. Розглядається кілька метеорів із специфічними незначними коливаннями інтенсивності випромінювання – мультимодальними кривими блиску, та один метеор з бімодальною кривою блиску з яскраво вираженою депресією посередині траєкторії. Особливістю даної кривої блиску є практично повне зникнення світіння в мінімумі депресії, що досить важко обґрунтувати теоретично, в той час як незначні коливання світіння метеорів легко пояснюються їх подрібненням під час руху, і як наслідок зміною площ міделів частинок.

Для якісного пояснення даного феномену пропонується використання ряду різних моделей, що могли б надати фізичну інтерпретацію виникнення такої кривої блиску у метеорів. Одна з моделей передбачає «гантелеподібну» форму частинки з двома циліндричними компонентами, сполучених тонким проміжком. Розміщення центру мас такої частинки та її орієнтація мають бути такими, що метеороїд рухається паралельно своїй найдовшій осі – відтак одна складова частинки повністю екранує іншу. А через вузький сполучний проміжок теплопередача є мінімальною, відтак задня частина метеороїда залишається певний час – до майже повного випаровування передньої компоненти - практично холодною. Така модель пояснила б майже повне зникнення світіння метеора на час, необхідний для розігріву до температури випаровування задньої складової. Інші варіанти розвитку даної моделі можуть передбачати не строго циліндричну форму складових космічної частки (що є досить мало імовірним) – тоді розігрів задньої компоненти почнеться ще до повного зникнення передньої, а відтак повного припинення світіння метеора не відбудеться – такі варіанти кривих блиску теж спостерігалися іншими дослідниками. До схожого результату може привести різкий розворот частинки, викликаний зміщенням центру

ваги тіла назад внаслідок випаровування передньої складової метеороїда. Глибина депресії в кривій блиску в цьому випадку буде залежати від швидкості розвороту метеороїда, який переорієнтує частину вперед практично холодною її частиною. При швидкому розвороті – наскільки це буде дозволяти аеродинамічне навантаження – депресія в кривій блиску може бути повною, тобто метеор зникне повністю на певний час; при повільному – тіло встигне частково прогрітися протягом розвороту, і депресія може бути незначною.

Як альтернативна модель розглядається випадок композиції двох різних матеріалів, один з яких є в середній частині метеороїда та має низький коефіцієнт теплопередачі, а зовнішній шар, який покриває центральну компоненту має високий коефіцієнт теплопровідності – тому досягає температури випаровування і випаровується (в залежності від товщини шару) значно швидше ніж внутрішня частина досягне температури випаровування та почне абляцію. Як приклад можна розглянути кам'яну частинку, покриту шаром льоду. Варіюючи густини складових, та товщину їх шарів можна підібрати необхідні параметри для різних ступенів депресії в кривих блиску.

Результати обробки та моделювання порівнюються з аналогічними результатами зарубіжних дослідників. Також приводяться кінематичні характеристики даних метеорів – параметри їх траєкторій в атмосфері, швидкості, та елементи їх геліоцентричних орбіт.

Визначення температури збудження атомів заліза FeI в метеорній комі

А. М. Мозгова¹, І. Боровічка², В. В. Клецонок¹, О. В. Голубасв³

¹ Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

² Астрономічна обсерваторія Астрономічного інституту Академії наук Чеської Республіки, Ондржейов, Чехія

³ НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна
alenamozgova@ukr.net

В наближенні термодинамічної рівноваги та больцманівського розподілу населеності рівнів, визначено ефективну температуру збудження атомів FeI та кількість іонізуючих атомів в метеорній комі за дослідженнями спектра метеора, спостереженого 2 серпня 2011 року. Отримано криву блиску спектральної лінії заліза FeI (2) ($\lambda 4427 \text{ \AA}$).

Для покращення точності та достовірності результатів взято 57 окремих спектральних ліній FeI. Виявлено нелінійну зміну температури метеорного тіла, спостереженого 2 серпня 2011 року, з висотою та з часом. Спостерігається підвищення температури збудження атомів FeI перед і одразу після спалахів та її зниження безпосередньо під час спалахів. До того ж температура збудження змінюється відносно повільніше, ніж інтенсивність.

Фізичний механізм, що приводить до різких спалахів яскравості метеорів, дотепер погано вивчений і вимагає накопичення спостережних даних. Для визначення температури збудження в даній роботі методом кривих росту вважалося, що випромінювання в лініях заліза відбувається в оптично тонкому середовищі. А для цього випадку при сталій інтенсивності випромінювання існує залежність: чим менша густина газу тим вища його температура, і навпаки. Таким чином можна стверджувати, що під час обох спалахів відбувалося суттєве руйнування метеорного тіла з подальшими викидами метеорної речовини і розсіянням її в просторі навколо метеороїда. Внаслідок активного руйнування відкривалися менш нагріті ділянки метеорного тіла і відносно холодні пари не встигали прогріватися за рахунок взаємодії з молекулами атмосфери і температура збудження атомів в метеорній комі під час спалахів виявилася нижчою.

Ми вважаємо, що збільшення роздільної здатності при подальших дослідженнях спектрів метеорів, а також врахування того, що у метеорній комі відсутня локальна термодинамічна рівновага і не виконується больцманівський розподіл населеності рівнів дозволить більш точно визначати температуру збудження атомів різних хімічних елементів в комі метеора.

Sun-grazing meteoroids

О.В. Голубаєв¹, А.М. Мозгова²

¹НДІ астрономії ХНУ імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна

²АО КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

alexandr_sky1@ukr.net

Фізичні процеси, пов'язані із Сонцем на близьких відстанях призводять до фрагментації комет, що “дряпають Сонце” (Sun-grazing comets) на пил і великі уламки. Такі кометні пилові частинки частково або повністю випаровуються, змінюються фізико-хімічні властивості

речовини метеороїдів. При вторгненні у земну атмосферу такі кометні уламки викликають метеорні явища, що дає можливість вивчати близько сонячну пилову матерію методами метеорної астрономії.

У даній роботі для аналізу були використані каталоги мережі відеоспостережень метеорів у Японії (SonotaCo Network), опубліковані каталоги спектральних спостережень метеорів. Виявлені деякі фізико-хімічні та кінематичні особливості метеороїдів, що побували у близькій до Сонця області.

Лириды 2018: Следы медленных «копящих» метеоров в сезон дневных наблюдений.

В.Г. Кручиненко¹, Б.Е. Жилиев², А.П. Видьмаченко^{2,3}, Г.Н. Дашкиев⁴, А.Ф. Стеклов^{2,4}

¹АО КНУ имени Тараса Шевченко, Киев, Украина,

²ГАО НАН Украины, Киев, Украина,

³НУБиП, Киев, Украина,

⁴МАУП, Киев, Украина.

stec36@i.ua

С 18 по 27 апреля 2017 г. группа наблюдателей «Единой сети Чурюмова» провела третий сет наблюдений следов дневных вторжений метеороидов из потока Лирид в небо над Киевом. Если в 2016 г. и в 2017 г. были уверенно зарегистрированы десятки следов дневных вторжений, то в 2018 г. крупных дневных следов зарегистрировано не было вообще. Нам не благоприятствовала погода, но и при ясном дневном небе с 9 до 13 часов мы не увидели и не регистрировали следы, видимые невооруженным глазом. И это случилось впервые за четыре года наших дневных наблюдений. Подчеркнем, что итоги работы сумеречных и дневных патрулей метеоров и болидов привлекают все больше внимание у научной общественности. Это вызвано массовым осознанием реальной астероидно-кометной опасности.

Однако, успешными оказались активные дневные наблюдения с применением системы автоматизированный наблюдательный комплекс оптической разведки «АНКОР», который был создан в ГАО НАН Украины группой Жилиева Б.Е. и Святогорова О.А. В этой группе наблюдателей впервые были зарегистрированы следы достаточно слабых дневных метеоров из потока Лирид. Особо

отметим, что удалось зарегистрировать и очень редкий темный след медленного метеора. Подобные объекты наблюдений мы назвали «коптящими» метеорами. Существование их известно науке, но зарегистрировать их фотографически – это очень большая удача. За шесть лет работы «Единой сети Чурюмова» наши наблюдатели видели не более пяти подобных объектов, а вот следы «коптящих» метеоров удалось зарегистрировать только два раза. Наши снимки будут представлены на постере.

С 3 по 8 мая 2018 г. было зарегистрировано около десятка следов дневных, причем только вечерних, эта-Акварид. Все зарегистрированные следы были видны на протяжении от 5 до 20 минут и быстро распались. Отметим, что большую часть следов мы видели 3 и 4 мая, т.е. до официального максимума 6 – 7 мая. А вот 7 мая нас порадовал один, но большой след вторжения фрагмента кометы Галлея из-под вечернего Солнца, около 18 часов на западе. Все эти дни следы быстро растягивались ветром, исчезая за несколько минут.

Особо отметим, что 23.04.2018 с 10 до 11 часов из района киевского озера Алмазное на Троещине группой наблюдателей был также зарегистрирован очень большой след вторжения «грейзерного», т.е. царапающего характера. След быстро возник при вторжении с запада на восток, был очень широкий и исчез за 10-15 минут. Несколько фотоохотников на следы вторжений (студенты колледжа МАУП) сумели сделать более десяти снимков, хотя из-за засветки снимать было трудно, т.к. след «проходил» по Солнцу. Результаты выставлены на сайте колледжа МАУП.

Авторы считают, что создание особых фоторегистраторов автоматизированных унифицированных стало настоящей необходимостью. И успех применения системы «АНКОР» в ГАО НАН Украины подтверждает наши выводы. Так, над Киевом и областью авторы сумели зарегистрировать сотни мелких и несколько десятков следов более крупных вторжений

**ФІЗИКА СОНЦЯ ТА СОНЯЧНА
АКТИВНІСТЬ**

**SOLAR PHYSICS AND SOLAR
ACTIVITY**

Incompressible MHD modes in the thin magnetically twisted flux tube

**O.K. Cheremnykh¹, V. Fedun², A. N. Kryshchal¹,
and G. Verth³**

¹ *Department of Space Plasma, Space Research Institute, Kyiv, Ukraine*
oleg.cheremnykh@gmail.com

² *Department of Automatic Control and Systems Engineering, University of Sheffield,*

Sheffield, S1 3JD, UK
v.fedun@sheffield.ac.uk

³ *School of Mathematics and Statistics, University of Sheffield, Sheffield, S3 7RH, UK*

g.verth@sheffield.ac.uk

Observations have shown that twisted magnetic fields naturally occur, and indeed are omnipresent in the Sun's atmosphere. It is therefore of great theoretical interest in solar atmospheric waves research to investigate the types of magnetohydrodynamic (MHD) wave modes that can propagate along twisted magnetic flux tubes. Within the framework of ideal MHD, the main aim of this work is to investigate small amplitude incompressible wave modes of twisted magnetic flux tubes with $m \geq 1$. The axial magnetic field strength inside and outside the tube will be allowed to vary, to ensure the results will not be restricted to only cold plasma equilibria conditions. The dispersion equation for these incompressible linear MHD wave modes was derived analytically by implementing the long wavelength approximation. It is shown, in the long wavelength limit, that both the frequency and radial velocity profile of the $m = 1$ kink mode are completely unaffected by the choice of internal background magnetic twist. However, fluting modes with $m \geq 2$ are sensitive to the particular radial profile of magnetic twist chosen. Furthermore, due to background twist, a low frequency cut-off is introduced for fluting modes that is not present for kink modes. From an observational point of view, although magnetic twist does not affect the propagation of long wavelength kink modes, for fluting modes it will either work for or against the propagation, depending on the direction of wave travel relative to the sign of the background twist.

Kink mode $m=1$ in magnetic tube with discontinuous magnetic field

Oleg Cheremnykh¹; Alexandr Kryshstal¹; Ann Tkachenko²

¹ *Department of Space Plasma, Space Research Institute, Kyiv, Ukraine*
oleg.cheremnykh@gmail.com

² *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine*
eugen.n.tkachenko@gmail.com

We have studied conditions of realization and stability of kink modes with azimuthal wave numbers $m = \pm 1$ in cylindrical plasma flex with twisted magnetic field and homogeneous current along its axis. We assumed permanent axial magnetic field both inside and outside the flex, surrounded by currentless plasma. Azimuthal magnetic field decreases inversely proportional to the distance from the boundary beyond the flex. We have derived dispersion equations for stable and unstable modes in approximation of "thin" plasma flex. The analysis of equations has been provided for the case of discontinuous axial magnetic field on flex's boundary. Conditions of propagation of wave modes have been defined. It was shown, that unstable modes can be implemented in certain interval of longitudinal wavenumbers. Results can be applied for the interpretation of solar magnetic tubes behavior, using measurements, provided by spacecrafts.

**Variations of squares of sunspot groups of different duration
in solar activity cycles 12-24**

V.M. Efimenko and V. G. Lozitsky

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

efim@observ.univ.kiev.ua

We analyze the Greenwich catalog data on areas of sunspot groups of last thirteen solar cycles (1879-2016). Various parameters of sunspots are considered, namely: average monthly smoothed areas, maximum area for each year and equivalent diameters of groups of sunspots. These parameters are analyzed in terms of the availability of a number of long-term and short-term fluctuations in data.

Previously, we found that the integral distribution index for equivalent diameters of active regions, determined at a section of 50-90 Mm, varies

within a rather wide range from 3.5 to 10. There are reliable evidences to the double Hale's cycle (about 44 years) in the changes of this index (Efimenko V.M., Lozitsky V.G. *Adv. Space Res.*, 2018, V.61, Iss. 11, P.2820-2826). In particular, the minimum values of the index were detected three consecutive times in the cycles Nos. 14, 18, and 22. Since the magnitude of this index is a characteristic of the dispersion (area and size differences) of the active regions, it can be concluded that the results obtained show that the convective zone of the Sun generates embryos of active regions in different statistical regimes which change with a cycle of about 44 years.

To search for short-period oscillations of the groups of spatial areas, a fast Fourier transform of smoothed monthly values for each solar cycle was performed. It was found that there are two groups of oscillations, namely of 8-10 months (cycles 13, 16, 17, 18, 20, 22, 23) and 14-16 months (cycles 12, 14, 15, 19, 21).

Spectropolarimetric study of the active region photosphere

N.N. Kondrashova, M.N. Pasechnik

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

kondr@mao.kiev.ua, rita@mao.kiev.ua

We present the results of studying the changes of the active region photosphere state in the emerging magnetic flux area. We analyzed spectropolarimetric data with high spatial and temporal resolution obtained with the French–Italian telescope THEMIS on Tenerife (Canary Islands) on July 4, 2009. The region studied includes two pores of opposite polarity, two plages and three Ellerman bombs (EBs) at different stages of their evolution.

We used the Stokes I and V measurements of four Fraunhofer lines that are formed over a wide range of photospheric heights: FeI 630.15 nm, 630.25 nm, 630.35 nm and TiI 630.38 nm lines. The Stokes V profiles of the photospheric lines differed greatly in different sites of this region. We found two sites where Stokes V profiles had an anomalous shape. The Stokes V profiles of Fe I 630.15 nm and 630.25 nm in their locations had three or four lobes. Strong temporal variations of the amplitude and the shape of the Stokes V parameter were observed.

In these sites surges and Ellerman bombs appeared during the period of our observations. We investigated two Ellerman bombs. A reversal of

polarity associated with the emergence of a new magnetic flux occurred before Ellerman bomb. The peculiarities in the intensity variations of the Fraunhofer lines in the spectra and the line-of-sight velocities of the photospheric material in the region of the EBs and in their vicinity were analyzed. Upflows were observed at all levels of the photosphere in the region under consideration. In the upper layer of the photosphere the line-of-sight velocity in the EB regions varied from -1.0 to 0.1 km/s. In the lower layer of the photosphere, EBs had a finer structure, i.e., they were formed by several plasma jets with different temperatures and velocities. In this region the line-of-sight velocities from -1 to 2 km/s were observed. At the location of the EBs observed a noticeable decrease of the line-of-sight velocity. It indicates that there was a stream of plasma from top. At this time, an upward flux of the chromospheric matter was observed at the level of the H-alpha line formation. Therefore, it can be assumed that magnetic reconnections occurred between the upper photosphere and the lower chromosphere.

In the EB region four surges appeared during the observations. At this time the amplitude Stokes V profiles, as well as the brightness of the Ellerman bombs sharply increased. It is known that one of the signs of a magnetic reconnection is the generation of ejections.

The temporal variations of Stokes V parameter amplitude are well correlated with the temporal changes in the line-center intensity of the Fraunhofer lines and line-of-sight velocities in the region of the EBs.

It is shown that the eruptions (EBs and surges) were associated with the emergence of a new magnetic flux. The temporal changes of the Stokes V profiles amplitude, as well as, the variations of Fraunhofer line intensities in the EBs spectra and the line-of-sight velocities of the photospheric matter in the Ellerman bomb regions and their vicinity indicate a pulse release of energy as a result of successive magnetic reconnections that were associated with the emergence of a new magnetic flux.

Do the wave motions in the solar atmosphere effect on convection?

R.I.Kostyk

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

The results of observations of the active region (faculae) near the center of the solar disk, which were obtained on the German Vacuum Tower Telescope VTT (Tenerife, Spain) are discussed. Sound waves that propagate from the chromosphere towards the photosphere significantly affect the temperature characteristics of turbulent vortices at the level of formation of the continuous spectrum, in particular, the contrast of the granules under the influence of these waves can increase by 25%.

We have determined that the decrease in the contrast (brightness) of the faculae with an increase in the magnetic field from 1300 G to 1600 G is due to the fact that in this range of magnetic field strengths the V_V phase shift of the waves is close to zero, i.e. the wave becomes stationary and does not transfer energy from the photosphere to the chromosphere.

Areas and magnetic energy of active regions - sources of solar proton events

N.I. Lozitska

Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
nloz@observ.univ.kiev.ua

We performed a comparison and analysis of published results and carried out own investigation of magnetic characteristics of active regions - sources of solar proton events at 21- 23th cycles and calculated energy of magnetic field, realized in these events. We used NOAA databases (<https://www.ngdc.noaa.gov/stp/spaceweather.html>) and Debrecen Photoheliographic Data (<http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/DPD/index.html>) to investigate the occurrence of solar proton events observed on Earth's orbit. A statistical analysis of the area and magnetic field of sunspots groups was made. Estimates of the energy of the magnetic field realized in 206 solar proton events give $10^{31} - 4 \times 10^{32}$ erg.

Observations of local intensification of magnetic fields in powerful solar flares at a level of the chromosphere

**V.G. Lozitsky¹, E.A. Baranovsky², N.I. Lozitska¹
and V.P. Tarashchuk²**

¹ *Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv,*

Kyiv, Ukraine

² *Crimea Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea*
lozitsky@observ.univ.kiev.ua

We present the magnetic field measurements in two powerful solar flares, of 28 October 2003 and 19 July 2000, of X17.2 / 4B and M 5.6 / 3N classes, respectively. According to measurements of the GOES detectors, first flare was exclusively powerful, it occupies the third position in the ranking of X ray for the entire time since 1975, i.e. more than four last decades. It is interesting to note that this flare had a unique Balmer decrement, with the record ratio $I(H\beta)/I(H\alpha) = 1.68$ of $H\beta$ and $H\alpha$ intensities, which is *unprecedented for all flares observed*. Some aspects of study of this flare were published lately by Lozitsky et al. (MNRAS, 2018, Vol. 477, Iss. 2, P. 2796–2803). Observations of both flares were made with the Echelle spectrograph of horizontal solar telescope of Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv.

In the present study, our interest is focused on problem of local magnetic field in the chromosphere. For this purpose, we studied in detail $I \pm V$ profiles about ten spectral lines, including such well known lines as $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$, D3 HeI, FeII 4923.9 and 5234.6 Å, FeI 6301.5 and 6302.5 Å, etc. The basic idea of the method is based on the fact that the flare emission in some spectral lines is clearly divided into two components: (1) wider and unpolarized, and (2) more narrow and polarized, with significant Zeeman splitting. This is indication to the two-component structure of the magnetic field, with substantially different magnetic fields and thermodynamical conditions in these two components. Due to the fact that the polarized emission is quite confidently separated from the unpolarized, it is possible to measure the local magnetic fields directly in the second (strong) component regardless of the filling factor. It was found that in the bright places of both flares the effective magnetic field B_{eff} in the FeI 6301.5 i 6302.5 lines measured by splitting of the Fraunhofer profiles, was less than by above-named FeII lines, if corresponding field to measure by splitting of

emissive peaks in their cores. This difference in the results is probably due to the fact that in the case of FeI 6301.5 i 6302.5 lines, the B_{eff} value represents several parameters, including the value of the background field, the filling factor, and the intensity of the local fields in the strong component. In contrast, data on the FeII lines mainly reflect local fields in the strong component. As to magnetic fields in the chromosphere, we measured moderate values (≤ 500 G) in the first flare but kG range fields in the second. Exactly, for second flare the splitting of emissive peaks in $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$, and $D3$ lines corresponds to 1000 G, 1400 G, 1450 G and about zero, respectively, with errors of measurements about 100-150 G. These results indicate the non-monotonous distribution of the magnetic field with height in solar atmosphere, with its maximum at the chromosphere. An indirect indication on similar effect was obtained for first flare too. In this flare, very narrow and dense layer on $\log m \approx -3$ was observed (see Fig. 9 in paper by Lozitsky et al., 2018). It can be expected that during the evolution of any local structures in flares, a certain balance of magnetic, gas and dynamic pressures must be respected. If one of these components changes sharply with altitude, then another component must also change accordingly. So, these data can be considered as indirect evidences of non-monotonous magnetic field changes in the first flare.

Type I solar radio emission and inertial Alfvén turbulence

**O.K. Lyubchyk¹, E.P. Kontar², Yu.M. Voitenko³,
N.H. Bian², D.B. Melrose⁴**

¹*Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine*

²*University of Glasgow, Scotland, UK*

³*Belgian Institute for Space Aeronomy, Belgium*

⁴*Sydney Institute for Astronomy, Australia*

olena@mao.kiev.ua

Type I emission in noise storms is the most commonly observed radio phenomenon of the Sun. This activity occurs in active regions above sunspots with relatively strong magnetic fields. Type I emission is strongly circularly polarized, and there is only fundamental emission with no harmonic component. The measured brightness temperature of the type I storms can be up to 10^{10} K for continuum emission, and can exceed 10^{11} K for type I bursts. At present, there is no generally accepted theory

explaining such high brightness temperatures and some other properties of the type I storms.

We propose the model with the imbalanced small-scale inertial Alfvén waves producing an asymmetric quasilinear plateau on the upward half of the electron velocity distribution. The Landau damping of resonant Langmuir waves is suppressed and their amplitudes grow spontaneously above the thermal level. The estimated saturation level of Langmuir waves is high enough to generate observed type I radio emission at the fundamental plasma frequency. Harmonic emission does not appear in our model because the backward-propagating Langmuir waves undergo a strong Landau damping. Our model predicts 100% polarization in the sense of the ordinary (o-) mode of type I emission.

The study of the solar-like magnetic activity on the yellow subgiant beta Aquilae and measurements of magnetic field by individual spectral lines on two classical chemically peculiar stars beta CrB and 33 Lib

Plachinda, S. I., Butkovskaya, V. V.

Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea

psi1951@yahoo.com

A variety of physical conditions on surfaces of the Sun and solar-like stars is caused by a non-uniform distribution of physical conditions on the stellar surface, complex large-scale motions of plasma with magnetic field lines frozen in the atmosphere, an inhomogeneous magnetic field etc. We performed the search for solar-like activity on the yellow subgiant beta Aql over 51 nights in 1997 – 2015. The statistically significant magnetic field was detected over 24 nights. We found that the brightness and the range of the magnetic field vary with the period of $P = 969$ d, which we assume as a period of chromospheric activity of the star. We also adopted the period $P = 5.1$ d as the rotation period of the star. In spectra obtained at 2014-10-06, we identify two arrays of lines, which give significantly different magnetic fields 40.8 ± 1.9 G and 8.7 ± 2.0 G respectively.

An unexplained effect detected on some chemically peculiar magnetic stars is that the magnetic field curves of the stars obtained by different authors are significantly different from each other in shapes, amplitudes and mean values. Thus, the magnetic field of beta CrB and 33 Lib measured in spectral lines of different chemical elements as well as magnetic field

measured in different spectral lines of the same chemical element demonstrate significant difference.

Si I 1082.7 nm line as a probe of photospheric magnetic fields

N. Shchukina

*Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences, Kyiv,
Ukraine*

shchukin@mao.kiev.ua

Scientific interest for the spectral region around 1083 nm is growing over the last years following advances in theory as well as in IR instrumentation. Such facilities require further development of diagnostic tools. The aim of our study is to analyze the validity of the weak field approximation for measuring photospheric magnetic fields using Si I 1082.7 nm line.

We solve the NLTE formation problem of the Si I 1082.7 nm line by means of multilevel radiative transfer calculations in a 3D snapshot model taken from the magneto-convection simulations with small-scale dynamo action. The spectral images of the snapshot were degraded because of the Earth's atmospheric turbulence and light diffraction by the telescope aperture. We apply the weak field approximation both to the spatially un-smearred and smearred Stokes I, Q, U, V profiles supposing that they represent "real Sun" observations. We compare the longitudinal and transverse components of the magnetic field that one would expect from observations of the Si I 1082.7 nm line under perfect spatial resolution and under different seeing conditions of the observations done with the VTT, GREGOR and EST (DKIST) telescopes.

We conclude that the weak field approximation applied to smearred profiles of this line gives us an opportunity to "trace" only the low limit of magnetic field along the middle and upper photosphere. In order to obtain the reliable field the speckle-reconstructed observations of the Si I 1082.7 nm line are required.

Mass-unloading in a filament eruption

**Yu.T. Tsap^{1,2}, A.V. Stepanov², V.V. Zaitsev³,
Yu.G. Kopylova²**

¹*Crimean Astrophysical Observatory, Crimea, Nauchny, Ukraine*

²*Central Astronomical Observatory at Pulkovo, St. Petersburg, Russia*

³*Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod, Russia*
yur_crao@mail.ru

Based on the model of Kuperus and Raadu (1974) the conditions of a prominence eruption with account the gravitational force, external magnetic field, and viscosity of ambient plasma are considered. It has been shown that the neglect of the gravitational force for filaments with the magnetic field strength less than a few tens of gauss may lead to incorrect conclusions. We determined the conditions of eruptive instability when the external magnetic field decreases according to the power law. The prominence activation can occur due to an increase of electric current and/or a decrease of plasma density that agrees with some observations. The problem of neutralized electric currents in solar atmosphere is discussed.

Прогноз геомагнітної активності Сонця

**О.А. Баран, М.І. Стоділка, М.М. Ковальчук,
М.Б. Гіряк**

*Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету
імені Івана Франка, Львів, Україна*
lesiaab@gmail.com

Дослідження впливу активності Сонця на збурення магнітного поля Землі є однією з основних проблем сонячно-земної фізики. На сьогодні можна вважати встановленими основні типи енергетичних потоків від Сонця, які призводять до того чи іншого характеру збурень у навколосемному середовищі, тобто в магнітосфері, іоносфері та атмосфері Землі.

У нашій роботі по створенню прогностичної моделі збурень у системі Сонце-Земля ми враховували як прогнозанти сонячні потоки випромінювання і корпускул та індекси геомагнітних збурень як відгуки на них у магнітосфері Землі. В основу методу прогнозу покладений множинний лінійний регресійний аналіз із виділенням

найбільш геоэффективних прогностів. Ними виявились потоки сонячного вітру, підсилені рентгенівськими потоками від сонячних спалахів.

Проведені процедури ідентифікації моделі прогнозу та фільтрації вхідних даних; встановлені критерії, за якими були обчислені кількісні характеристики якості та ефективності отриманих результатів. Коефіцієнт кореляції між спостережуваними та спрогнозованими планетарними геомагнітними індексами перевищує 0.9, що свідчить про високу ефективність передбачень і підтверджує адекватність отриманих короткострокових прогнозів геомагнітних збурень із завчасністю 1-3 доби.

Дослідження поверхневих неоднорідностей сонячної атмосфери

І.Васильєва, С.Осіпов

*Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна
vasil@mao.kiev.ua*

Спектральні спостереження, які було проведено на телескопі АЦУ-5 в Голосієві в 2015р., показали помітну немонотонність варіацій змін профілів фраунгоферових ліній вздовж сонячного діаметра. Така неоднорідність не може бути зумовлена інструментальними причинами. Для перевірки сонячного походження цих варіацій ми проаналізували зображення Сонця отримані на супутнику SDO, які відповідають часу наземних спостережень (<https://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/browse/2015/>). Аналізувались зображення Сонця в каналах 1700Å і 1600Å, випромінювання яких утворюється на висотах температурного мінімуму (1700Å) та у верхній фотосфері (1600Å). Ми порівняли між собою 1) просторові варіації інтенсивності супутникових зображень вздовж сонячного діаметра в смузі, що відповідала положенню щілини спектрографа при наземних спостереженнях і 2) аналогічний хід залишкової інтенсивності, напівширини, еквівалентної ширини визначених з наземних спостережень. Виявлено хорошу кореляцію між просторовими варіаціями наземних та супутникових даних.

**Роль проникної конвекції (овершуту)
у формуванні магнітного шару в глибинах Сонця**

В.Н. Криводубський

*Астрономічна обсерваторія Київського національного університету
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
krivod2@ukr.net, krivod1@observ.univ.kiev.ua*

Характерні розміри турбулентних вихорів в космічних умовах зазвичай достатньо великі для того, щоб у більшості випадків між турбулізованими і незбуреними астрофізичними структурами чи об'єктами виникали ділянки поступового спадання інтенсивності турбулентності. Зокрема, між нижньою основою турбулізованої сонячної конвективної зони (СКЗ) і вершиною стабільної променистої (радіативної) зони відсутнє різке обривання поля швидкостей u . Оскільки біля дна СКЗ кореляційна довжина турбулентних рухів l за порядком величини становить значну частку вертикальної протяжності зони конвекції, то турбулізована конвекція буде по інерції проникати в стабільну щодо рухів радіативну зону (*перколяція турбулентності*), збільшуючи протяжність зони механічного перемішування речовини, хоча в ній уже не виконується критерій Шварцшільда виникнення конвективної нестійкості. В результаті такого просочування (проковзування) турбулентності нижче «активної» СКЗ формується перехідний шар своєрідної «пасивної конвекції» (оскільки тут не сприятливі умови для її самозбудження) – тобто шар поступового зменшення інтенсивності турбулентних пульсацій плазми до нуля. В літературі цей шар, всередину якого енергія переноситься конвекцією, а зовні – вноситься радіацією, отримав назву **шару проникної конвекції** (*конвективний овершут*, англ. *convective overshoot layer*) [Roxburgh I. W., 1978; Spiegel E.A. and Weiss N.O., 1980; Van Ballegoijen A.A., 1982; Schmitt J.H.M.M. et al., 1984].

Глибинний шар проникної конвекції може сприяти накопиченню крупномасштабного магнітного поля Сонця біля дна СКЗ і витісненню його в радіативні шари [Zeldovich Ya.B., 1983]. Внаслідок вмороженості поля у плазму магнітні силові лінії будуть «закидатися» турбулентними пульсаціями згори донизу в шар проникної конвекції. Тому через деякий час магнітне поле з'явиться на верхній межі радіативної зони, де раніше його не було, і де сприятливі умови для його тривалого існування, оскільки тут турбулентні пульсації уже майже відсутні. Саме таким чином проявляється на Сонці **макроскопічний**

турбулентний діамagnetизм (відкритий академіком Я.Б.Зельдовичем в 1956 р.), фізичний сенс якого полягає у витісненні однорідного в початковий момент магнітного поля із ділянок високопровідної плазми з вихровими турбулентними рухами.

Діючи проти магнітної плавучості турбулентний діамagnetизм в СКЗ відіграє роль негативної магнітної плавучості. Згідно з нашими розрахунками для параметрів турбулентності (u, l), взятих із моделі СКЗ [Stix M., 2002], швидкість спрямованого донизу діамagnetного витіснення горизонтального поля в глибинних шарах в області проникної конвекції досягає значень $U_{\mu} = -\nabla v_T / 2 \approx 2 \cdot 10^3$ см/с ($v_T \approx (1/3)ul$), що істотно зменшує ефективність магнітного спливання полів. Оскільки швидкість магнітного спливання $U_B(B, \rho) \approx B / (4\pi\rho)^{1/2}$ (ρ – густина плазми) залежить від величини поля B , то з умови взаємної компенсації швидкостей магнітного спливання U_B і діамagnetного занурення U_{μ} можна знайти значення горизонтального стаціонарного поля $B_0 \approx U_{\mu} (4\pi\rho)^{1/2}$, спливання якого буде повністю компенсовано макроскопічним турбулентним діамagnetизмом. Поблизу дна СКЗ в області проникної конвекції одержуємо оцінку стаціонарного заблокованого поля $B_0 \approx 2000 - 3000$ Гс. Таким чином, в ділянці спрямованого донизу діамagnetного потоку (в діапазоні глибин 140 - 180 тис. км) повинен формуватися горизонтальний шар заблокованого потужного магнітного поля. Це заблоковане магнітне поле може утримуватися тут тривалий час, допоки внаслідок Ω -ефекту в таохкліні не досягне значно більшої величини, щоб після цього завдяки перевазі паркерівської магнітної плавучості над ефектами негативної магнітної плавучості розпочати свій підйом до поверхні Сонця.

**Тахоклін – найбільш сприятливе місце
для генерації глобального тороїдального магнітного поля Сонця**

В.Н. Криводубський

*Астрономічна обсерваторія Київського національного університету
імені Тараса Шевченка*

*вул. Обсерваторна 3, Київ – 53, 04053, Україна
krivod2@ukr.net, krivod1@observ.univ.kiev.ua*

В останні десятиліття було встановлено, що поблизу межі конвективної і радіативної зон Сонця існує порівняно вузька перехідна область, де різко змінюється швидкість диференційного обертання. Згідно з геліосейсмічними вимірюваннями [Howe R. et al., 2000] диференційне обертання проникає в радіативні надра, в результаті чого на нижній межі сонячної конвективної зони (СКЗ) утворюється тонкий перехідний шар від *широтного диференційного* до *твердотільного (жорсткого)* обертання. По аналогії з океанічним термокліном перехідний шар спадання кутової швидкості Е. Шпігель і Ж.-П. Цан [Spiegel E.A. and Zahn J.-P., 1992] назвали **тахокліном** – тобто шаром різкого спадання швидкості диференційного обертання (англ. *tachocline*). Товщина його за геліосейсмічними даними дорівнює ≈ 35 тис. км, хоча остаточно вона не встановлена.

З точки зору амплітуди циклу надзвичайної актуальності набуває питання про локалізацію Ω -ефекту, оскільки саме він збуджує потужне тороїдальне поле, від якого залежить інтенсивність плямоутворення. В останні роки було встановлено, що найбільш сприятливим місцем для генерації тороїдального магнітного поля служать глибинні шари поблизу дна СКЗ, що охоплюють шар проникної конвекції (овершут) і тахоклін. В овершуті створюються необхідні умови для формування шару тривалого утримання магнітних полів, тоді як в тахокліні внаслідок різкого спадання кутової швидкості ефективно генерується потужне тороїдальне поле, паркерівська плавучість якого з часом переважає ефекти антиплавучості, в результаті чого воно виноситься на поверхню. Крім того, в глибинах СКЗ густина кінетичної енергії диференційного обертання значно перевищує густину магнітної енергії, що сприяє трансформації кінетичної енергії в магнітну (тобто тут буде найвищою ефективність Ω -ефекту). Важливим чинником глибинних шарів служить спрямована до екватору меридіональна течія, яка в рамках моделі

гідромагнітного динамо забезпечує міграцію тороїдальних полів від високих широт до низьких.

Для пояснення спостереженого явища подвійних максимумів циклу сонячних плям нами запропоновано сценарій, що містить генерацію магнітного поля поблизу дна СКЗ і його наступне винесення із глибоких шарів на поверхню в «королівській зоні». В розглянутій схемі перебудови магнітного поля беруть участь п'ять процесів: Ω -ефект поблизу тахокліну, магнітна плавучість, макроскопічний турбулентний діаманетизм, ротаційний $\nabla\rho$ -ефект і меридіональна циркуляція. Згідно з цим сценарієм поле генерується в тахокліні завдяки Ω -ефекту, тоді як в овершут воно тривалий час утримується завдяки ефектам антиплавучості, допоки (в міру його подальшого підсилення з часом) не настане черга магнітного спливання. Глибинна меридіональна циркуляція забезпечує перенесення заблокованого тороїдального поля із полярних областей до низьких широт. Встановлено, що перебудова магнетизму у високоширотних і приекваторіальних доменах СКЗ відбувається в відмінних режимах. Ключову роль у розробленому механізмі подвійних максимумів відіграють дві хвилі тороїдальних полів, які завдяки глибинній меридіональній циркуляції зсунуті одна від одної в часі на 1 – 2 роки і поширюються в приекваторіальному домені від нижньої основи СКЗ до сонячної поверхні.

**Генерация кинетических волн на фоне мелкомасштабной
бернштейновской турбулентции в атмосфере Солнца**

**А.Н. Кришталь, А.Д. Войцеховская, С.В. Герасименко,
О.К. Черемных**

*Институт космических исследований НАН Украины и НКА
Украины, Киев*

alexander.kryshstal@gmail.com

Исследовались условия возникновения и развития неустойчивости кинетических альфвеновских и кинетических ионно-звуковых волн в предвспышечной плазме петель в активной области на Солнце в диапазоне высот, соответствующем ниже-средней хромосфере. При исследовании предложенной модели процесса предполагалось существование в петлях субдрейсеровского электрического поля, наличие пространственной неоднородности плотности и температуры плазмы, а также учитывалось влияние парных кулоновских

столкновений на развитие неустойчивости. Считалось, что амплитуда магнитного поля в петлях может изменяться в интервале от нескольких десятков до нескольких сотен гаусс. На этот факт указывают косвенным образом данные наблюдений, полученные в рамках международных миссий Hinode и SDO. При этом экстремально низкие пороги возбуждения (по электрическому субдрейсеровскому полю) двух первых квазибернштейновских гармоник указывают на принципиальную возможность развития неустойчивости кинетических волн на фоне уже существующей мелкомасштабной бернштейновской турбулентности. Проведенные расчёты показали, что в исследуемой области на определённых участках токового контура петли при определённых значениях амплитуды магнитного поля в петле развитие неустойчивости кинетических волн возможно даже на фоне насыщенной бернштейновской турбулентности. Тем самым открывается возможность для увеличения времени возможного трёхволнового взаимодействия, в результате которого может возникнуть электромагнитное излучение в микроволновом диапазоне. При определённых дополнительных условиях оно может оказаться предвестником вспышки в петельных структурах активной области.

Исследования генерации глобального магнитного поля Солнца его глобальными гидродинамическими течениями.

А.А. Логинов¹, О.К. Черемных¹, В.Н. Криводубский²

¹*Институт космических исследований НАНУ-ГКАУ, Киев, Украина*

²*Астрономическая обсерватория Киевского национального университета*

имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

e-mail: lesha.loginov@gmail.com; krivod2@ukr.net

Результаты, полученные методом гелиосейсмологии о дифференциальном вращении Солнца, показывают, что тороидальное течение неустойчиво. Вследствие потери устойчивости возникают глобальные гидродинамические течения, которые стремятся привести тороидальное течение в устойчивое состояние. Мы предполагаем, что генерируемые этими течениями пространственно-временные структуры глобального магнитного поля ответственны за картину наблюдаемых изменений магнитного поля в течение магнитного цикла Солнца. В докладе рассматривается влияния отдельных компонент

глобального гидродинамического течения на пространственную конфигурацию и динамику глобальных магнитных полей.

Фізичні умови у сонячних факелах

М.І. Стоділка

*Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету
імені І. Франка, Львів, Україна
sun@astro.franko.lviv.ua*

Для активних областей на диску Сонця в видимому діапазоні характерні такі утворення з сильними магнітними полями: плями, пори та факели, які впливають на фотосферну конвекцію, зміну яскравості Сонця тощо.

В роботі проведено дослідження фізичних умов в атмосферних шарах факела. За даними наземних спостережень в центрі диску з високим просторовим розділенням в лінії іонізованого барію $\lambda 4554 \text{ \AA}$ та лінії FeI $\lambda 1.56 \text{ мкм}$ отримано напівемпіричну 3D модель факела.

Показано, що магнітне поле має суттєвий вплив на фотосферну конвекцію: зокрема, в областях факела з сильним магнітним полем переважають низхідні потоки речовини, в областях з помірним полем – висхідні потоки, область температурної інверсії зміщена в верхні шари, кореляція між магнітним полем (в нижній фотосфері) та температурними варіаціями і променевими швидкостями практично відсутня (отримані результати підтверджують висновки, зроблені раніше Р. Костиком). В шарах верхньої фотосфери та нижньої хромосфери відбувається ламінаризація висхідних потоків. В фотосферних шарах факела виявлено наявність області, в якій відбувається перетворення внутрішньої та кінетичної енергії низхідних потоків в енергію магнітного поля і перетворення енергії магнітного поля у внутрішню та кінетичну енергію для висхідних потоків.

**Сильні магнітні поля локальних областей за даними
спостережень
на БСТ-2 КрАО**

Ю.Т. Цап^{1,2}, О.Б. Борисенко¹, В.А. Перебийнос¹

¹Кримська астрофізична обсерваторія, Крим, Наукове, Україна

*²Головна (Пулковська) астрономічна обсерваторія, Санкт-Петербург,
Росія*

yur_crao@mail.ru

За даними візуальних спостережень магнітного поля в тіні сонячних плям з 2010 по 2017 р. на БСТ-2 КрАО знайдено 166 груп плям, в яких напруженість магнітного поля перевищує 3200 Гс. Показано, що дані БСТ-2, MWO і SOLIS мають суттєві розбіжності. Зокрема, похибка між значеннями поля, отриманими на БСТ-2 і MWO, може перевищувати 1 кГс. Обговорюються причини і наслідки отриманих результатів.

**ДОСЛІДЖЕННЯ АТМОСФЕРИ
ТА ІОНОСФЕРИ**

**ATMOSPHERE AND IONOSPHERE
RESEARCH**

Optimal interpolation of AERONET observations for the evaluation of spatial-temporal aerosol distribution

N. Miatselskaya, H. Norka, V. Kabashnikov

B. I. Stepanov Institute of Physics of NASB, Minsk, Belarus
nata.miat@gmail.com

Aerosol is an important component of the Earth's atmosphere. Aerosols have a considerable impact on air quality, and influence the climate by changing the planetary energy budget.

The aerosol content in the Earth's atmosphere is measured by various space- and ground-based instruments using different methods. However, ground-based observations have sparse spatial coverage; satellite observations have a large uncertainty. Remote sensing measurements are restricted to day-time and cloud-free conditions.

Model simulations provide information on atmospheric aerosol concentration with complete spatial and temporal coverage. However, there exist large differences between models, and between models and observations.

To obtain a likely true estimate of the spatial and temporal distribution of atmospheric species concentration, various estimation schemes were developed. One of the commonly used approaches is the optimal interpolation. In the optimal interpolation approach, the first guess (or background) and observations are combined to obtain a weighted average. Weight coefficients are chosen so as to minimize the mean-square error in the estimate. The background is based on some *a priori* information (for example model results).

We use the optimal interpolation technique to estimate the spatial-temporal distribution of aerosol volume concentration over the East-European region. Aerosol volume concentration derived from observations can be accessed at AERONET website <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>. AERONET (Aerosol Robotic Network) is a worldwide set of ground-based sun photometers. We define the first guess as the mean volume concentration averaged over the period of observations (from 4 to 17 years for different sites). We assume that correlation between points depends only on the spatial and temporal distance between them. The single spatially homogeneous and isotropic, and temporally stationary correlation function was estimated from eight East-European AERONET sites data. With the use of correlation function, we applied the optimal interpolation method to the field of observed-minus-background differences to obtain maps of daily

averaged aerosol volume concentration defined on a regular grid $2^\circ \times 2.5^\circ$ over the East-European region for the year 2015.

This work was partly supported by Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research.

Infrasonic Signals Generated by a Series of Chemical Explosions near Vynnytsia City

L. F. Chernogor¹, O. I. Liashchuk², V. T. Rozumenko¹, N. B. Shevelev¹

¹V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

²National Center of Space Facilities Control and Test, Horodok, Zhytomyr Oblast, Ukraine

Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

In order to study the features of the propagation of infrasonic waves, experiments have been performed using large chemical explosions. The mass of an explosive material varied from 0.26 kilotons of TNT to 5 kilotons of TNT.

The distinctive feature of this study is that we have studied the infrasonic signals generated by series of chemical explosions releasing various amounts of energy. We have studied the features of the propagation of infrasonic waves that traveled over three paths of various orientations.

The goal of this study is to analyze the infrasonic signals generated during a series of explosions that occurred at the military ammunition depot near the town of Kalynivka ($49^\circ 26' 50''\text{N}$, $28^\circ 31' 23''\text{E}$), in the Vynnytsia Region, Central Ukraine on September 26–27, 2017. Approximately 150,000 tons of ammunition was stored within the warehouse at the military base. During the catastrophe, both multiple and single explosions of large amount of ammunition (mainly artillery shells) occurred, and the flames of a huge fire attained 100–150 m altitude. Within a separate series of explosions, the mass of ammunition detonated simultaneously could reach ~10–60 tons when ultra-wideband infrasonic signals were generated in 1–2.5 s period, T , range.

The Ukrainian grid of microbarographs has been used for acquiring measurements. The instruments are located at the town of Kamianets-Podilskyi (48.56°N , 26.46°E), the town of Balta (47.94°N , 29.60°E), and the town of Malin (50.70°N , 29.22°E) observation sites. The Kalynivka–Kamianets-Podilskyi distance equals to 176.13km, the Kalynivka–Balta 181.44km, and Kalynivka–Malin 153.52 km. The microbarographs are

operating in the 0.003–12 Hz frequency band and in the 0.01–100 Pa pressure range. The infrasonic signal processing techniques include band-pass filtering and the system spectral analysis. This technique is intended for detecting those infrasonic effects that display themselves as a spike in the level of pressure oscillations, $\Delta p(t)$, over a certain time interval. The infrasonic signals acquired over the September 26 – 27, 2017 interval have been band-pass filtered in the 0.2 – 3-s period band. The results of this analysis are presented in this paper.

The system spectral analysis includes the mutually complementary wavelet transform (WT), the short-time Fourier transform (SFT), and the adaptive Fourier transform in a sliding window (AFT) with a width adjusted to be equal to a fixed number of harmonic periods. As is well known, the SFT has a better time resolution. The advantage of the AFT is that it has a better period resolution because the adjustment is made to the periods of the spectral components that are being searched for. The WT smoothes the deficiencies of each transform. The system spectral analysis products in 0.2 – 2 s period range are performed.

The waveform indicates that the duration of the signal is equal to approximately 3–100 s. The most prominent harmonics in the spectrum have periods, T_0 , of 0.9 s and 1.7–1.8 s. The signal has the low period bound $T_{\min} = 0.6$ s and the high period bound $T_{\max} = 2.4$ s. The index of breadth of band for this signal turns out to be 1.2.

Despite an ultra wide band, the infrasonic signal distortions due to dispersion over paths of 150 – 180 km in length are determined to be insignificant. When $T_0 = 1 - 2$ s, the energy $E \approx 5.3 - 53.7$ tons of TNT.

The main results of this study are as follows. (1) The features of the propagation of ultra-wideband infrasonic signals that have traveled over paths of various orientations and 150 – 180 km in length have been studied. (2) The propagation is determined to take place over both multiple and single paths. (3) The index of breadth of band varies from 0.8 to 1.2. (4) The spectrum contains harmonics with periods of 0.6 s to 2.4 s. The energy attains a maximum value in the 1 – 2 s period range in the signal spectrum depending on the series of explosions power. (5) The energy release in various series of explosions lies in the 5.3 – 53.7 tons of TNT range.

The parameters of the infrasonic waves generated by the Chelyabinsk meteoroid

**L. F. Chernogor¹, Guo Qiang², V. T. Rozumenko¹,
M. B. Shevelev¹**

¹V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

²Harbin Engineering University, Harbin, China

Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

The Chelyabinsk meteoroid entered the Earth's atmosphere at 03:20:22 UT on February 15, 2013. The celestial body falling and explosion was accompanied by a cluster of the physical processes. The generation and propagation of the infrasonic wave trains play an important role among them.

The aim of this study is to perform a regression analysis to fit the signal celerity and the distance, the signal celerity and the sine of the back-azimuth, the signal duration and the distance, the signal amplitude and the distance, as well as to approximate these dependences by simple analytical expressions. The distance from infrasound source to the station obtaining the data varies from 530 km for the I31KZ station to 14983 km for the I27DE station. The observed back-azimuth of the infrasound source changes from 2° to 355°. The time delay increases with increasing distance virtually linearly. The celerity varies from 235 m s⁻¹ to 318 m s⁻¹. Its average value is 286.0 m s⁻¹, and the standard deviation is equal to 21.5 m s⁻¹. The dependence of the infrasonic wave celerity on the sine of the theoretically-estimated and observed back-azimuth of the signal source can be approximated by a linear regression fit.

Consider the dependence $\Delta p(r)$. The pressure Δp decreases with increasing r too rapidly. Even for free-space spreading, $\Delta p \sim r^{-1}$, and for a cylindrical wavefront in the ground-stratosphere, or ground-thermosphere, waveguides, $\Delta p \sim r^{-0.5}$. A decrease in the pressure Δp with increasing r occurs somewhat more rapidly than on a spherical wavefront: $\log \Delta p = 0.448 - 1.157 \log r$. This may be due to additional wave attenuation along the propagation path. Furthermore, $\Delta p(\infty) = 0$, which is true.

The main results of this study are as follows. (1) The infrasonic wave time delay exhibits a virtually linear increase with the distance between the infrasonic source and a station. (2) Averaged over all trajectories, the infrasonic wave celerity equals to 291 m s⁻¹. Because of a wide spread of points, the scatter plot of the wave train celerity versus distance is approximated with a straight line of zero slope (constant equal to 286 ± 21.5

m s^{-1}). (3) The scatter plot of the infrasonic wave celerity versus the sine of the signal back-azimuth, both calculated and inferred from the data, can be approximated by a linear regression fit, which is used for estimating the average celerity (288 m s^{-1}) and tropospheric-stratospheric wind (13 m s^{-1}) for each trajectory. (4) The scatter plot of the duration of the wave train versus distance is approximated by a straight line, while the duration of the wave train near the source is equal to approximately 10.7 min. (5) The frequency components with the period estimated at maximum amplitude of approximately 19 s to 85 s or with the period estimated at maximum power spectral density of 17 s to 82 s prevail in the infrasonic spectrum obtained at different stations. The periods averaged over 15 and 13 stations are equal to about 37 s and 37 s, 39 s and 35 s, respectively. (6) A scatter plot of the infrasonic wave amplitude versus distance has been made and a regression fit has been found. A decrease in amplitude only insignificantly exceeds a decrease on a spherically spreading wave front.

Solar activity influence on the ozone vertical distribution at Akademik Vernadsky Antarctic station

A.V. Grytsai¹, O.M. Evtushevsky¹, G.P. Milinevsky^{1,2}, Yu.M. Yampolsky³

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²International Center of Future Science, Jilin University, Changchun, China

³Institute of Radio Astronomy, NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
a.grytsai@gmail.com

Ozone is a minor constituent of the terrestrial atmosphere with its altitudinal maximum in the stratosphere. Ozone content is dependent on a series of chemical and dynamical factors including catalytic destruction under influence of chlorine and bromine, Brewer–Dobson circulation, large-scale atmospheric wave penetration. Existence of ozone molecules in the stratosphere is caused by solar ultraviolet radiation therefore solar activity variations could influence ozone content as well. Respectively, manifestations of the 11-year solar cycle had been earlier identified in the upper stratosphere.

Satellite ozone observations were begun from the 1970s being almost continuous from 1979. In addition to total ozone content measurements, vertical ozone distribution has been investigated, in particular with use of

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Solar Backscattered UltraViolet (SBUV) instruments. These data are separated by altitude into 21 layers covering the troposphere and stratosphere, from the surface to near 50 km, and are available at the SBUV (Version 8.6) Merged Total and Profile Ozone Data Sets, https://acd-ext.gsfc.nasa.gov/Data_services/merged/. Vertical ozone distribution over the Ukrainian Antarctic station Akademik Vernadsky (65.25S, 64.27W) and in the corresponding latitudinal range 60–65S is studied in this work.

We have considered SBUV yearly data paying main attention to the time range from 1979 when the measurements are the most reliable. Periodicity in the series of ozone layer content has been analysed by wavelet transform. The data treatment has shown a dominating period near 10–11 years in the layers 8–10 which cover the pressure levels between 64 and 10 hPa with heights approximately equal to 18–32 km. In the troposphere and lower stratosphere this period is unclear. Similar situation is observed higher 10 hPa indicating the upper altitudinal threshold in the presence of the 10–11 year periodicity in the ozone data. Amplitude of the variations in the layer 8 reaches 5 Dobson Units (DU) with ozone content in this layer being close to 40 DU; 1 Dobson Unit is a ozone quantity with 0.01-mm thickness under normal atmospheric conditions. Thus, the relative variations exceed 10% but they are significantly lesser in case of the total ozone content integrated through all atmospheric layers.

As a result, the periodicity in the ozone vertical distribution in the Antarctic region has been studied. From our analysis, solar cycle plays important role in the decadal variability of the stratospheric ozone. However, it is significant at the levels of the middle stratosphere and on the regional scale only. Similar analysis is also realized for zonal mean ozone at the 60–65S latitudes belt. Sunspot numbers have been also considered as the simplest characteristics of the solar activity. In view of zonal asymmetry in the Antarctic ozone, other regions need to be examined with respect to the solar activity cycle in the individual stratospheric layers. The obtained results have exhibit solar activity impact on the ozone content in the middle stratosphere with decrease of the effect both in the troposphere – lower stratosphere and in the upper stratosphere.

This research was partly supported by Taras Shevchenko National University of Kyiv, project 16BF051-02.

New method for polar atmosphere study by the microwave radiometer and Na Doppler lidar simultaneous measurements

**G. Milinevsky^{1,2}, V. Shulga^{1,3}, W. Huang⁴, W. Han¹,
Y. Wang¹, O. Evtushevsky², A. Patoka³**

¹International Center of Future Science, Jilin University, Changchun, China

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

³Institute of Radio Astronomy, NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

⁴Polar Research Institute of China, Shanghai, China

genmilinevsky@gmail.com

A new method for investigations of the polar middle atmosphere dynamics in simultaneous observations by the novel microwave radiometer and the Na Doppler lidar instrument in Antarctica is discussed. The development of the microwave radiometer and the new method/software for collaborative observations with Na Doppler lidar, and the collaborative measurements using both instruments at Zhongshan Station is main task for study. Microwave radiometer can measure the mesosphere altitude profiles of ozone and CO molecules thermal emission, and wind speed and direction in the mesosphere. Na Doppler lidar is also able to derive temperature, wind speed and density of the sodium at altitudes between 80 and 110 km.

The unique synergy of microwave radiometer and Na Doppler lidar instruments allows receiving exclusively new data on vertical and zonal winds in the middle atmosphere including temperature profiles. Exclusive combination of two methods – microwave radiometry and sodium lidar – for coherent observations will cover a gap in wind and temperature profile data at high latitude mesosphere up to mesopause region. These data are important for areas with the intensive mass and energy exchange between the different atmospheric layers and will be used for improve mesosphere-thermosphere exchange modeling and future climate change projections.

Wind and temperature measurements are fundamental for a comprehensive understanding of mesosphere dynamics. Microwave radiometry is the only ground-based remote-sensing technique that can provide during day and night, even in cloud conditions, the vertical profiles of different trace gases and wind up to the mesopause region. Hence, the combination of wind microwave radiometry and lidar technique gives the possibility to provide long-term continuous wind speed profiles from 30 km up to 110 km. The new data on chemistry and dynamics in the mesosphere, especially on its highest part – mesopause region 80-110 km – can be obtained using Na Doppler lidar measurements. The proposed collaborative

observation of microwave radiometer and Na Doppler lidar at China Zhongshan Antarctic station will be the first experience to join advantages of continuous radiometer measurements and weather dependent Na Doppler lidar observations for mesosphere dynamics study in Antarctica.

This research was performed at the International Center of Future Science, Jilin University (JLU), Changchun, China, under contract with the JLU, and partly supported by Taras Shevchenko National University of Kyiv, project 16BF051-02.

Auroral activity and GPS positioning during great geomagnetic storms

S.A. Chernouss¹, I.I. Shagimuratov², V.V. Alpatov³, I.I. Efishov², M.V. Filatov¹, P.A. Budnikov³, Yu.S. Ivanov⁴

¹Polar Geophysical Institute, Apatity, Russia

²West Department of IZMIRAN, Kaliningrad, Russia

³Fedorov Institute of Applied Geophysics, Moscow, Russia

⁴Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
chernouss@pgia.ru

Our purpose is to find an impact of space weather on ground based technique by a data obtained from high orbital navigation satellites signal during great magnetic storms. Dual-frequency GPS measurements for individual satellite passes served as raw data. The GPS receiver stations spaced in latitudinal range $\sim 50^\circ - 67^\circ$ over longitude of $\sim 20^\circ\text{W}$ in Russia and Ukraine were involved in this investigation. The Rate of the Total electron content (TEC) Intensity change or TEC fluctuations, named as RoTI index, was calculated for each satellite. Simultaneous observations of GPS received signal and auroral disturbances also used as an indicator of auroral activity. Our approach based on the fact that the precipitation of electrons and protons into the polar ionosphere, which excited auroral emissions, produce simultaneously the ionization of atmospheric molecules. It was found a good correlation between temporal development of the substorm activity and intensity of TEC fluctuations.

The intensity of TEC fluctuations during magnetic storm decrease from north to south and almost disappears at MAO station in Kyiv. Obtained spatial and temporal TEC images demonstrate the irregularities oval, which was comparing with the optical auroral oval model. Both auroral and irregularities ovals shifted to equator during big storms. The analysis shown that high latitude phase fluctuations of GPS signals are very sensitive to

change of space weather conditions and auroral activity and they can be used as quality indicator of GPS signal receiving. We supposed, that the obtained data point out those catastrophic effects in GPS positioning could take place even in the middle latitudes during tremendous magnetic storms.

Authors thank to the RFBR grant 17-45-510341 for partial support of this work. The work was partly supported by the Special Complex Program for Space Research 2018–2022 of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU).

Seasonal variations of thermal and ozone tropopause in the northern and southern hemispheres

**O. Ivaniha¹, V. Mogylchak¹, G. Milinevsky^{1,2},
A. Klekociuk^{3,4}**

¹Kyiv National University of Taras Shevchenko, Kiev, Ukraine

²International Center of Future Science, Jilin University, Changchun, China

³Antarctica and Global System, Australian Antarctic Division, Kingston, Australia

⁴Antarctic Climate and Ecosystems Cooperative Research Centre, Hobart, Australia

ivaoksi94@gmail.com

Ozone is an important component of the Earth's atmosphere that effectively absorbs dangerous solar UV radiation in 200–320 nm wavelengths. The largest amount of ozone ($\approx 90\%$) is located in the stratosphere at altitudes 25–30 km in tropical regions and 15–20 km in the polar regions. The amount of ozone in the atmosphere varies throughout the year and depends on latitude. The height of the tropopause also varies with latitude from 9 km at the poles to 18 km at the Equator.

Therefore, in the study of variations of the tropopause height at the different latitudes, the definition of the thermal and ozone tropopause is used, which simplifies the methods for describing the influence of stratospheric ozone on regional climate change. The tropopause limits the accumulation of ozone in the troposphere, but within it, there are possible processes of stratosphere-troposphere exchange. Additionally, increased levels of ozone in the lower stratosphere play a significant role in the variation of the chemical composition of the troposphere.

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Polar Atmospheric Chemistry at the Tropopause (PACT) – a project aimed creation database with the use of all available ozone probes and directed towards evaluating the parameters of the regional tropopause. Ozonesondes measurements for this project were obtained from the World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center (WOUDC), the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC) and the NOAA Earth System Research Laboratory.

The measurements presented in PACT have a resolution of 500 m near the tropopause – this data excludes many of the early measurements, but accurately describes the state of the tropopause. Thus, the PACT database provides convenient access to the tropopause parameter analysis for a given region, as well as analysis of processes associated with ozone changes at high latitudes. The considered data of terrestrial meteorological stations have permitted the construction of an annual map of the thermal and ozone tropopause for different latitudes.

From the data, it follows that the maximum altitude to both ozone and thermal tropopause observed during the summer months (June, July, August) in the northern hemisphere, and during August, September, October in the southern hemisphere. The variations within the results obtained in the northern hemisphere are caused by Brewer-Dobson circulation, which leads to a non-uniform variability in height of the ozone and thermal tropopause during the year. And for the southern hemisphere, this height variance is explained by the existing of the Antarctic vortex.

This research was partly supported by Taras Shevchenko National University of Kyiv, project 16BF051-02. Part of this work was performed under Project 4293 of the Australian Antarctic Science program.

Developing the model of the complex AGW-electromagnetic perturbations in the ionosphere: a possibility of the application of Shannon entropy approach

Yu. Rapoport¹, V. Grimalsky², V. Fedun³, A. Grytsai¹

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, ²Autonomous Univ. of State Morelos Cuernavaca, Morelos, Mexico

³The University of Sheffield, Sheffield, UK
yuriy.rapoport@gmail.com

We are developing and discussing the complex atmosphere-ionosphere coupling model which combines Atmospheric Gravity Wave (AGW) and

Electromagnetics perturbations. The model of the VLF propagation in the Earth-Ionosphere waveguide is under development. The algorithm for the modeling the propagation of the VLF in the Earth-Ionosphere waveguide is considered using two approaches: as beam and a set of eigenmodes. The new upper boundary conditions are derived. Preliminary analysis of variations in the ionosphere parameters near time of large earthquakes has been carried out.

We have found that Shannon entropy has the clear peculiarity in the same period as residual amplitude of VLF waves in the Earth-Ionosphere waveguide i.e. 3-4 days prior to Vrancea (Nov. 22, 2014) earthquake. VLF data have been analysed with use of Shannon entropy for time interval near a strong earthquake also in the Kuril region (magnitude 8.1) on 13 January 2007. TEC variations before and after Kumamoto earthquake (magnitude 7.0) on 15 April 2016 have been also studied. Such a combined approach opens the way for the complex analysis of the electromagnetic pre-seismic events including VLF, TEC and other electromagnetic and also AGW data. Direct measurements of the seismoionospheric impact and the corresponding “synergetic” characteristics, such as “phase-transition-like” entropy/information may be used.

The proposed methods will be useful for the modeling and data processing for the investigation of the ionosphere as an interface between atmosphere and magnetosphere. In this contents, the ionosphere is considered as a sensitive indicator of influences from “below” and “above” in the presence of powerful sources in the system “Earth-Atmosphere-Ionosphere-Magnetosphere” (connected with earthquakes, hurricanes, thunderstorms, strong magnetic storms etc.).

Динаміка в мезосфері: мікрохвильові спостереження молекули CO на широті 50°N

**О.М. Патока¹, В.М. Шульга¹, В.В. Мищенко¹,
Д.В. Шульга¹, Ю. Ванг²**

¹Радіоастрономічний інститут Національної Академії Наук України,
Харків, Україна

²Цзілінський університет, Чанчунь, Китай
alekseypatoka@rian.kharkov.ua

Протягом останніх десятиліть моніторинг малих газових домішок атмосфери Землі ведеться регулярно різними науковими методами, у

тому числі і методом дистанційного зондування з поверхні у міліметровому діапазоні довжин хвиль. Завдяки меншому поглинанню міліметрових хвиль у хмарах та аерозолях атмосфери порівняно з більш короткими хвилями тут з'являється можливість проводити спостереження цілодобово та майже за будь яких погодних умов. Останнім часом значно зріс інтерес дослідників до монооксиду вуглецю CO, який є одним із компонентів малої газової складової атмосфери. Збільшення ширини лінії CO на частоті 115,27ТГц через атмосферний тиск та завдяки ефекту Доплера дозволяє будувати висотні профілі концентрації молекули CO до висот більш ніж 70 км. Монооксид вуглецю в основному інертний по відношенню до інших складових у середній атмосфері, і тому ця молекула є важливим індикатором динамічних процесів в мезосфері, де інша інформація або ненадійна, або зовсім відсутня.

Ми розробили обчислювальний комплекс для моніторингу молекул CO в атмосфері Землі. Даний комплекс був випробуваний в період 2014-2015 рр. при спостереженнях ліній випромінювання монооксиду вуглецю над Харковом, (50°, 36,3°E). В світі існує лише декілька наземних станцій моніторингу моно оксиду вуглецю в атмосфері Землі і лише одна з них знаходиться в Україні.

Наші спостереження спектральних ліній атмосферного монооксиду вуглецю над Харковом підтвердили існування сезонних змін в поширенні CO. Результати надали підстави припустити, що вплив полярного вихру на стан атмосфери розповсюджується до широти 50°N, де знаходиться наша вимірвальна система.

Aerosols columnar properties over Kyiv from AERONET/PHOTONS observations

V. Danylevsky, O. Mazepa

National Taras Shevchenko University of Kyiv, Ukraine
vdan@observ.univ.kiev.ua

Observations of the aerosol columnar properties with the sunphotometer CIMEL CE 318 at the Kyiv permanent AERONET/PHOTONS site started in the end of March 2008 and continue up to the present day. Some statistics on the aerosols columnar properties of Level 2.0 data over Kyiv are presented for all period of observations from 2008 to 2017. Aerosols climatology (AOD and Angstrom exponent) and particles optical and

microphysical properties are analyzed. Also the special events of the increased AOD at Kyiv and their connection to the wildfires over Ukraine and surrounding territories are discussed in the report. The MODIS/Aqua and Terra satellites instruments data are used to reveal the wildfires and AOD over East Europe distribution. The back trajectories of the air are also applied to identify the aerosols sources and transport paths.

Evaluation of air quality by particulate matter PM_{2.5}/PM₁₀ in the Ukraine and China cities

**G. Milinevsky^{1,2,3}, V. Danylevsky¹, N. Miatselskaya⁴,
W. Han³, V. Shulga³, A. Simon¹, Y. Wang³**

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv, ³International Center of Future Science, Jilin University, Changchun, China

⁴Stepanov Institute of Physics of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus
genmilinevsky@gmail.com

Air pollution by particulate matter (PM) is often a big problem in many of cities in the world. In Europe, the PM_{2.5} monitoring network operates by stations in 15 countries. In Ukraine, the PM_{2.5} monitoring is currently not providing, is still not incorporated in air quality evaluation system and is not regulated. According the Ukraine Central Geophysical Observatory measurements, the mean value of total suspended particles (TSP), an archaic regulatory measure, in the air of Ukrainian cities is 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ with peak values reached 1800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2016. In Kyiv city daily mean TSP values vary from 100 to 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

To cover this gap of PM_{2.5} measurements, we have recently started in situ measurements of PM_{2.5}/PM₁₀ mass concentration, which shows a general atmosphere pollution in the boundary layer. In the report we discuss the results of the PM pollution evaluation in Kyiv, Kharkiv and Lviv cities where PM values are often higher than maximum permissible level according to European standards (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). For preliminary evaluations of PM_{2.5}/PM₁₀ we use the laser diode monitor SDL607 for measurements in several Ukraine cities in the 2016–2017 period.

We also compare the PM_{2.5} data in Ukraine cities with the some of China cities: Changchun, Shanghai, Hefei, Beijing, where we provided PM measurements recently. The proposal to establish of PM_{2.5}/PM₁₀ measurements in Kyiv with an appropriate informing network according to

the Project SMURBS of ERA-Planet Horizon 2020 is discussed. To improve the monitoring quality of aerosol pollution we also consider the results of combined ground-based AERONET and satellite data together with in situ PM_{2.5}/PM₁₀ measurements, as well as the simulation of spatial-temporal distribution of aerosol particles by the chemical-transport model GEOS-Chem. This approach will help to reveal the information on atmospheric aerosol contamination on the monthly mean basis.

This work was partly supported by the Project SMURBS of ERA-Planet Horizon 2020, and by the projects 16BF051-02 and 16BF023-01 Taras Shevchenko National University of Kyiv. Part of this research was performed at the International Center of Future Science, Jilin University (JLU), under the contract with the JLU.

**Aerosol species distribution and seasonality in the East-European area
by GEOS-Chem model data**

**G. Milinevsky^{1,2,3}, N. Miatselskaya⁴, A. Grytsai¹, V. Choliy¹, M.
Hordiichuk¹, V. Danylevsky¹, D. Hladikov¹**

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³Jilin University, International Center of Future Sciences, Changchun,
China

⁴B. I. Stepanov Institute of Physics of NAS of Belarus, Minsk,
Belarus

genmilinevsky@gmail.com, nata.miat@gmail.com

Aerosol distribution in the atmosphere over East Europe has been analysed with use of the chemical-transport model GEOS-Chem data. Data spatial resolution is 2 degrees by latitude and 2.5 degrees by longitude. The area of 40–60N, 20–40E (99 cells) was considered during the simulation. The aerosol particles spatial distribution and seasonality was simulated. The possible areas of aerosol sources of anthropogenic origin as plausible reason of atmosphere aerosol pollution over Eastern Europe were estimated. Variations of the black carbon, nitrates, salt, organic aerosol and Particulate Matter (PM_{2.5}, particles with size lesser than 2.5 μm) concentrations have been studied in detail. Monthly means for 2016 have been analysed to characterize seasonal changes. Except salt, all the mentioned aerosol types showed a clear similarity in their distributions. There are two main maxima of concentrations, in South Poland and around

Moscow, but some individual features for separate types are available. The model has exhibited higher concentrations in Belarus in comparison with Ukraine in the majority of cases. Of course, reliability of the conclusions must be checked by means of the observational data processing. Lesser increase of the aerosol concentration was indicated in Romania. At this, Turkish values seem to be unexpectedly low.

An evident seasonal cycle with a maximum during cold season has been observed that could be caused by fuel combustion in that period. The maximum in South Poland was largest in January, and the Moscow one reached its largest value in March 2016. This time distinction is probably connected with local industrial and weather features. In summer, aerosol concentrations from GEOS-Chem data are a few times lesser relative to cold season. Salt is almost completely of marine origin. As a result, there are two noticeable maxima in the salt distribution: over Black and Baltic Sea. Higher values relatively neighbouring regions have been indicated over the part of Mediterranean Sea covered by simulation. Salt concentrations over the continent are low being unobserved over the inland regions.

This research was partly supported by Taras Shevchenko National University of Kyiv, project 16BF051-02 and by Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research. The work was performed at the International Center of Future Science, Jilin University (JLU), Changchun, China, under contract with the JLU.

Interannual temperature variability in the free troposphere above Ukraine

M. Savenets

Ukrainian Hydrometeorological Institute, Kyiv, Ukraine
savenetsm@gmail.com

Climate change indisputably impacts on ecosystems, atmospheric processes and results huge economical changes. Nevertheless, genesis of climate variability continues to be controversial question due to atmospheric complexity and a huge number of feedbacks between components of climate system. Conclusions about climate change based on surface air measurements might have inaccuracies because of changes in natural conditions around sites' location and inattention to upper air data. Variability of upper atmospheric layers impacts boundary layer conditions and often contain "clearer" indicators of climate change origin. The

research aimed to define temperature variability in the free troposphere within timescale of several decades.

Real temperature trends in the free troposphere do not exceed stochastic trends, therefore estimation of real tendency become impossible. Spectrum maximum of interannual variations coincide throughout the whole troposphere and falls into 18.6 year or its first and second overtones (9.3 and 6.2 years). These periods represent the crucial role of lunar nodal tidal cycle in the interannual temperature variability. More frequent variations with 4.2 years period observed in the lower troposphere and 3.4 years in the middle and upper troposphere. The most significant interannual temperature changes connected with staying on descending or ascending part of variations and reach at least 0.5°C in the lower troposphere and -1.5°C in the upper troposphere during the last 30 years. Temperature gradients in the troposphere above boundary layer, which depend on the intensification of processes that drive climate variability, vary from $\gamma=5.14$ to $\gamma=6.35^\circ\text{C}/\text{km}$. They were insignificant for most stations, which represent unidirectional tendency of temperature regime in the free troposphere.

**Ресурси сонячної енергетики в Україні
за 1986-2015 рр.**

Л.С. Рибченко, С.В. Савчук

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України,
Київ, Україна
lyuda18847@ukr.net

Кліматичні ресурси сонячної радіації є одним із резервів використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення роботи економічних галузей та населення електричною енергією, що є екологічною і не завдає шкоди природному середовищу. На основі моніторингу сонячної радіації, проаналізовано коливання складових радіаційного режиму (прямої та сумарної сонячної радіації, тривалості сонячного сйва) за 1986-2015 рр. для визначення доцільності використання геліоенергетики на території країни в сучасний період. Проведено оцінку ресурсів геліоенергетики за період 1986-2015 рр. та окремі десятиріччя. Методом математичної статистики розраховано спеціалізовані показники кліматичних ресурсів геліоенергетики за рік і внесок прямої сонячної радіації у склад сумарної за радіаційно-теплий період (квітень-вересень).

Для більшості регіонів найбільше надходження прямої та сумарної сонячної радіації та тривалості сонячного сьйва відбувалось в останньому десятиріччі 2006-2015 рр. Стабільно високим залишається потенціал геліоенергетичних ресурсів на півдні, центрі та сході території (Степ, Лісостеп і Полісся). На півдні Степу та в Криму наведені критерії наближаються до максимальних ресурсів геліоенергетики зі значеннями 5000 МДж/м² сумарної радіації за рік та 2400 МДж/м² річної прямої радіації. Тривалість сонячного сьйва вище 2000 год протягом року відзначилась зростанням для більшої частини країни. Додатковим критерієм доцільності запровадження ресурсів геліоенергетики для вироблення електроенергії на більшій частині території є збільшення прямої радіації у складі сумарної протягом трьох десятиріч 1986-2015 рр.

Оцінка ефективності роботи окремих СЕУ визначається за даними про кількість виробленої енергії. Найменша кількість сумарної радіації надходить на поверхню під кутом, що дорівнює широті місцевості. Зростання сумарної сонячної радіації зумовлюється прийнятною поверхнею нахилення на кут оптимальний для кожного місяця. Для системи зі слідкуючою поверхнею за Сонцем можливості використання сонячної радіації є найбільшими. Потенційні ресурси геліоенергетики, що визначаються добовими сумами сумарної радіації або середніми за місяць, стають основою для розрахунку місячних і річних сум.

За результатами проведеного аналізу показників геліоенергетики більша територія країни, окрім західного регіону, є конкурентоспроможною для вироблення електричної енергії за ресурсами сонячної радіації.

Atmospheric air pollution in Ukrainian industrial cities in the modern period

I.V. Dvoretzka, M.P. Bashtannik, L.M. Nadtochii

Ukrainian Hydrometeorological Institute of State Service of Emergencies of Ukraine and National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
lyuda18847@ukr.net

The research is dedicated to analysis of main pollutants' dynamics in some Ukrainian industrial cities: Kyiv, Odesa, Lviv, Kharkiv, Dnipro, Lutsk, Donetsk, Uzhgorod, Luhansk, Khmelnytskii, Mariupol, Zaporizhia,

Zhytomyr, Chernihiv, Armyansk, Krasnoperekopsk, Vinnytsia, Kryvyi Rih, Sumy, Cherkasy. The research of seasonal variability made on general 2000 – 2014 period and three separate five-years' periods (2000 – 2004, 2005 – 2009, 2010 – 2014) for main pollutants (dust, SO₂, CO, NO₂) and formaldehyde.

All cities are characterized with slight seasonal variability and absence of significant variation for SO₂. The most significant seasonality observed for dust and formaldehyde, for which first harmonic of short-term variations has the highest impact in total dispersion. In each five-years' period Fisher coefficients and determination of dust short-term variations increased, whereas formaldehyde changes are opposite. During the modern period for all five-years' intervals NO₂ and CO seasonality changes were multidirectional without any regularity in its dynamics.

Часовий та частотний аналіз проявів гамма-спалахів від грозових розрядів у спостереженнях радіохвиль екстремально низьких частот

О. О. Сенченко¹, В. В. Марченко²

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Астрономічна обсерваторія Ягеллонського університету, Краків, Польща
lessika2@gmail.com

Наземні гамма-спалахи (TGF) вперше були зареєстровані в 1994 році групою вчених із Комптонівської обсерваторії NASA. Детальної моделі генерації TGF ще не існує, але вважається, що гамма-спалахи утворюються внаслідок гальмівного випромінювання релятивістських електронів в грозових областях атмосфери.

У діапазоні екстремально низьких радіочастот (ELF, 0.03-300 Гц) простір між землею поверхнею та іоносферою утворює сферичний хвилевід. Співставлення спостережень у цьому діапазоні з даними TGF можуть бути використані для отримання параметрів моделі грозових розрядів між хмарою та поверхнею Землі.

У роботі проаналізовано прояви 1196 зареєстрованих телескопом Fermi наземних гамма-спалахів у діапазоні ELF за період із листопада 2008 по листопад 2013 року. За допомогою методу аналізу ELF даних та моделі розповсюдження електромагнітних хвиль у хвилеводі Земля-

іоносфера обчислені дипольні моменти розрядів, збіжних із наземними гамма-спалахами в часі та просторі. Для розрахунків використані дані спостережень геофізичної станції Hylaty, Польща. Виконаний статистичний аналіз отриманих результатів.

Прогнозування забруднення атмосферного повітря в промислових містах України

Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України,
Київ, Україна
kozlenkot@ukr.net

Перші дослідження в галузі прогнозування забруднення атмосферного повітря були розпочаті в 60-ті роки ХХ століття під керівництвом М.Є. Берлянда та Л.Р. Сонькіна. В Україні перші методики щодо прогнозування забруднення атмосферного повітря в промислових містах розроблені А.П. Семеновою, а також іншими вченими. Оперативне прогнозування забруднення повітря в містах здійснюється з 80 –х років ХХ століття. В основу цієї діяльності положено ряд нормативних документів. У теперішній час методики прогнозування забруднення атмосферного повітря розроблені для 12 міст України.

Прогнозування забруднення атмосферного повітря в Україні здійснюється з використанням інтегрального показника забруднення (параметр Q). Як показали результати багаторічного оперативного прогнозування цей підхід до вирішення задачі короткострокового прогнозування забруднення в містах виявився ефективним. В значній мірі це забезпечило лінеаризацію кореляційних зв'язків між рівнями забруднення та супутніми метеорологічними умовами, а також використання синоптичного та інерційного предикторів. Коефіцієнт кореляції між спостереженими і прогностичними значеннями Q складає 0,60 -0,85. Загальна справджуваність прогнозів забруднення повітря в містах в цілому досягає від 70 до 95% , справджуваність групи високого забруднення від 83 до 100%, критерій ефективності Багрова перевищує критичні значення, .

Статистичними методами, побудованими на аналізі даних інструментального моніторингу, задачу оперативного управління якістю повітря не вирішити, необхідно залучати методи

розрахункового моніторингу забруднення повітря маючи доступ до даних про викиди шкідливих домішок в атмосферу. Подальший розвиток цього напрямку повинен базуватися на створенні комплексної системи прогнозу забруднення повітря, що включає спільне використання даних викидів в атмосферу, автоматизованого моніторингу та чисельного прогнозу погоди.

Изменчивость облачности и атмосферных осадков в районе украинской антарктической станции «Академик Вернадский»

С.В. Клок

Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС и НАН
Украины, Киев, Украина
sklok_8@ukr.net

Облачные системы и выпадающие из них осадки отыграют важную роль в процессах погодообразования, особенно полярных районов, где имеет место большое число пасмурных дней, а также наблюдаются отличительные условия формирования и развития облачности. Следует отметить, что сами группы и отдельные облака полярной облачности представлены существенным разнообразием их форм, видов и разновидностей, что свидетельствует о сложности и многообразии атмосферных процессов этих территорий.

В работе проведен анализ суточных данных общей облачности, количества пасмурных и ясных дней, а также атмосферных осадков по результатам наблюдений на Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» (65°15' ю.ш., 64°15' з.д.) за 1971-2017 гг., детально исследована межсуточная изменчивость облачности. Были рассмотрены синоптические условия образования облачности в период выпадения рекордно большого и минимального количества осадков на станции – динамика этих процессов на современном этапе.

Результаты свидетельствуют о сохранении полученной ранее устойчивой тенденции к увеличению процента пасмурной погоды в районе УАС «Академик Вернадский». При этом, количество пасмурных дней (6-8 октанков) равно как и число ясных дней (0-2 октанта) незначительно уменьшается, что может свидетельствовать об усилении самих процессов с пасмурной погодой, но не их повторяемости. В сезонном ходе максимумы общей облачности

наблюдаются в феврале и октябре, а межсуточной ее изменчивости - в декабре и августе

Weekly cycle in the atmosphere aerosol variations: comparison for industrial regions

A. Soina¹, Yu. Yampolsky¹

Institute of Radio Astronomy NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine
adituanna@gmail.com

We investigate weekly cycle in aerosol parameters using recent AERONET data we analyze 7-d periodicity in the different regions of the planet that differ in the level of the industrial load. In the paper we are looking for weekly periodicity in some aerosol optical characteristics – aerosol optical thickness at 440 and 870 nm (AOT440, AOT870), measured in the industrial regions of the planet – Europe and North America. The results of 7-day periodicity in the region with lowest contamination load – Antarctica – are presented as well following by comparison of the weekly variations peculiarities in the regions with large aerosol contamination and the regions where this load almost negligible. For each AERONET stations the analysis was provided using the data of continuous the 8-year measurement sequences in the 2009 – 2016 period. Because AERONET sun-photometers are providing aerosol measurements in the daytime and cloudless days only we use the weekly data overlay technique for the observation analysis. According this method the initial sequence of the measurements was divided by 7-day data segments which are the corresponded to week period. Then the 8-year averaged values and standard deviation (SD) were calculated for an each day of week.

The average Europe, North America and Antarctica weekend effects in the percent difference of AOD in the weekdays and in the weekend shows that the weekly periodicity, when lower AOD seen on Sunday and Monday and higher AOD seen from Wednesday till Saturday, over North America is 6.5%. The average weekend effect over Europe is 4.7%.

Direct measurements of laser light aberration from the ARTEMIS geostationary satellite through strong clouds

V.P. Kuzkov¹, Z. Sodnik², S.V. Kuzkov¹, S.A. Borysenko¹

¹Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²European Space Research and Technology Centre, ESA, Noordwijk, The Netherlands

kuzkov@mao.kiev.ua

The stellar aberration, as a result of the Earth motion around of the Sun, was discovered by James Bradley in 1727 year performing observation positions of stars during the year. These observations are in accordance with the theory of relativity also as result of moving of Earth with velocity ~ 30 km/s in direction of Earth rotation round of the Sun. A precise ground based telescope system was developed for laser communication experiments with OPALE laser communication terminal on board of the geosynchronous satellite ARTEMIS of ESA. Precise program was developed for calculation of coordinates of ARTEMIS satellite. The precise tracking of the satellite was realized by using time resolved coordinates and variable velocities of the satellite. These data was submitted in the memory of computer and precise remote tracking of the satellite was performed by the computer and spatial correction steps motors for α and δ directions. The time propagation of laser signal from the satellite and the point-ahead angle for the laser beam was also calculated.

Spatial laser terminal LACES for laser atmosphere communication experiments with ARTEMIS satellite was developed (Kuzkov et al., Communication Experiments with ARTEMIS. Proc. Intern. Conf. on Space Optical Sys. Applic., Corsica, France, October 9-12, 2012). Some laser experiments through thin clouds were performed. The laser beam from beacon of the satellite was attenuated by thin clouds and small part of the laser radiation was observed in ahead point where the satellite will be after time of propagation of the laser radiation from the satellite to our ground telescope. These observations ahead points 1.962 arc-sec are in accordance with the theory of relativity also as result of moving of the satellite with velocity 3.07 km/s in direction of Earth rotation (Kuzkov et al. Laser experiments in light cloudiness with the geostationary satellite artemis. Space science and technology. 2016, 22(4), 38-50). During of laser experiments with ARTEMIS on 12-15 November 2012 periods the weather conditions were unstable in Ukraine and Kyiv. The decision was to use the network (UMOS) of ground telescopes in different regions of Ukraine to

perform synchronous test of laser active ARTEMIS satellite. Eight telescopes with objectives from 0.23m to 1.0 m were used. During 12-15 November some ground telescopes observed and registered the laser active ARTEMIS satellite. Unfortunately during all days the nights was with strong clouds in Kyiv. 15 November we calculated orbit of ARTEMIS, pointed our AZT-2 telescope in calculated position and start tracking. We scanning by the telescope around possible position of ARTEMIS and recorded the images of our pointed CMOS color camera. In one image Capture-meteor-0063.jpg we detected small signals from beacon of ARTEMIS. The Image Capture-meteor-0063 was recoded in JPG format on 15 November 2012 during 23h:04m:08c – 23h:04m:18c local time by CMOS camera Canon across of strong clouds with exposition 10 s. The Image Capture-meteor-0063.jpg was separated on 3 images: Capture-meteor-0063-Red, Green and Blue files. Slice of A, B, C components was performed in Red, Green and Blue colors. Distance between Red and Green A-B components positions was $\Delta Y(A-B) = \Delta(\alpha) = 3 \text{ pixels} = 1.818''$ (arc seconds) and is close to our measurement of ahead points for beacon of ARTEMIS that was observed through thin clouds. By using same methodic we directly observed light aberration of star also. We think that this methodic open way for direct determine of light aberration for different objects in our galactic also.

Обработка и анализ данных глобальной сети перманентных станций ГНСС для мониторинга высыпаний заряженных частиц в ионосферу

А.В. Колосков¹, Е.Е. Занимонский², А.А. Сопин¹

¹Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины

²“Acceptic” LTD, Харьков
alexander.koloskov@gmail.com

Перманентные станции глобальных навигационных систем в настоящее время более или менее густо покрывают континенты, расположены и на островах в океанах. Огромный массив данных ежедневно выставляемых в Интернете используется только на доли процента, в частности для ионосферных исследований. Для большей эффективности их использования необходимо, с одной стороны, развитие моделей, описывающих воздействие атмосферы на сигналы

ГНСС, а, с другой стороны – совершенствование методов обработки и интерпретации результатов, получаемых в глобальном масштабе.

В настоящей работе показано, что детальное сопоставление материалов, полученных в различных регионах Земли, позволяет обосновать возможность реализации глобального спектрометра заряженных частиц, высыпающихся в ионосферу, по крайней мере, во время геомагнитных бурь. Траектории частиц, квази-захваченных неоднородным геомагнитным полем и высыпающихся в ионосферу, сильно отличаются в зависимости от энергии и сорта частиц, а также глобальной и региональной конфигурации поля. В этом смысле Бразильская магнитная аномалия создает уникальную по возможностям диспергирующую систему, а в роли регистратора выступают сети перманентных станций ГНСС.

Данные станций ГНСС в Северной и Южной Америке, на Антарктиде, в Европе, в Азии и Австралии были обработаны для нескольких геомагнитных бурь в 2013-2016гг. Основное внимание уделялось тонкой структуре временной зависимости полного электронного содержания (ПЭС) над отдельными станциями перед, после и во время геомагнитных возмущений. Зарегистрированные импульсы увеличения ПЭС выделялись когерентной обработкой на фоне локальных и медленных глобальных процессов. Следует подчеркнуть, что анализировались именно возрастания ПЭС, которые предполагаются следствием высыпания в ионосферу потоков высокоэнергетичных частиц, служащих мощным ионизирующим агентом, сопоставимым с уровнем регулярной солнечной ионизации.

Информация о потоках солнечных протонов и электронов, как исходных источниках захваченных и квази-захваченных частиц была получена по данным космических миссий в точке Лагранжа, в полутора миллионах километров от Земли, вне зоны существенно влияния геомагнитного поля.

Результаты исследований показали, что геомагнитные бури вызывают регистрируемые эффекты возрастания ПЭС, коррелированные как в региональном, так и в глобальном масштабе. Локализация высыпаний, вполне предсказуемо привязана к проекциям на ионосферу радиационных поясов и опоясывает Земной шар вдоль геомагнитных параллелей. Проверка использовавшихся универсальных и специальных программ показала их эффективность при обработке данных со станций ГНСС. По результатам проведенной работы можно утверждать, что в настоящее время, на основе данных ГНСС, имеются технические и научные возможности для мониторинга

высыпаний заряженных частиц в ионосферу, в частности для службы комической погоды.

Investigation of magnetospheric effects of geomagnetic storm using data from European GNSS network and low-orbit satellites

**Y.M. Zanimonskiy¹, O.V. Dudnik^{1,2}, G. Nykiel³,
M. Figurski³**

¹Institute of Radio Astronomy, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine

²V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

³Gdansk University of Technology, Poland
zanimonskiy@rian.kharkov.ua

The ionosphere and plasmasphere response was analyzed using TEC variation maps over the Central Europe. Each map with a spatial resolution of about 50km was calculated by special processing of two-frequency signals from one satellite near the zenith. The time between successive maps showing TEC variations - deviations from smoothed regional values, is 30s. According to the NOAA spacecrafts, significant variations in the fluxes of magnetospheric electrons of low and intermediate energies at an altitude of ~ 850 km were observed at different phases of the geomagnetic storm, accompanied by an increase in particle fluxes in interplanetary space over the entire range of recorded energies.

Electrons in the plasmasphere make an appreciable contribution to the total electron content along the line of sight "GNSS-terrestrial receiver". Published tomographic studies using GNSS signals have shown that plasmaspheric electrons are concentrated in finger-like structures, extending from the upper ionosphere to a height of several thousand kilometers and having transverse dimensions from 200 to 400km. In the upper parts of the finger-like structures, the signal of the GNSS satellite passes through a zone in which captured and quasi-trapped electron fluxes are concentrated near their mirror reflection points. Accordingly, the increase in TEC is noticeable on the maps in comparison with the zones outside the structures, as well as the rotation of these structures synchronized with the motion of the GNSS satellite. In the lower parts of the finger-like structures resting on the ionosphere, ionization of the residual atmosphere by high-energy electrons is observed. As a result, a large number of secondary electrons are produced, which manifests itself in the form of an increase of TEC.

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

The time-resolved temporal profiles of high-energy electron fluxes with energies of tens of keV recorded on the NOAA-15/POES spacecraft with a time resolution of 2s can serve as a reason for recording fingerlike structures in the electron content in the magnetosphere. On the base of investigation a concept of the connection for enlarged TEC variations above the Central Europe and spatially inhomogeneous fluxes of energetic particles is being proposed.

ІСТОРІЯ АСТРОНОМІЇ
HISTORY OF ASTRONOMY

Український астроном та математик - І.М. Деменко

Баштова Л.С.

Державний політехнічний музей при КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ,
Україна
lyudm.bash@ukr.net

Астрономічні знання за своїм змістом є фактично знаннями природничо-науковими. Але в той же час вони відзначаються й певною особливістю, адже факти, отримані в результаті астрономічних спостережень, не можуть бути адекватно трактовані без їх тлумачення на основі фізичних законів і математичних розрахунків. Історичний досвід доводить, що серед кращих астрономів були вчені, які ґрунтовно володіли фізико-математичним апаратом та, при цьому, мали відповідну освіту.

Адже для опису явищ в астрономії (тобто для побудови модельної гіпотези) доводиться використовувати весь апарат сучасної фізики. А для створення науково виваженої моделі досліджуваного явища застосовувати найсучасніші математичні розрахунки.

Доволі часто спеціалісти в галузі фізико-математичних наук спрямовують свою діяльність на астрономічні дослідження, адже володіють потужними знаннями для аналізу досліджуваних явищ. Так сталося в житті заступника директора з наукової роботи Астрономічної обсерваторії Київського державного університету ім. Шевченка в 1940-41 рр., заступником директора, з 1944 по 1960 рік, Головної астрономічної обсерваторії АН УРСР (ГАО) - Ш.Г. Горделадзе, який закінчив фізико-математичний факультет Тбіліського університету та з 1944 року працював на кафедрі вищої математики Київського політехнічного інституту (КПІ), а в 1967 р. – очолив кафедру математичної фізики (МФ) цього вишу. Саме він розширив спектр напрямів наукової роботи кафедри МФ, заснував та очолив науковий семінар з астрофізики в КПІ, запросив на роботу, молодих талановитих викладачів. Серед яких був його учень на колега по роботі в ГАО Іван Максимович Деменко. До складу кафедри МФ київської політехніки він був зарахований у 1971 р. (на той час мав 20 наукових статей з астрономії), а в 1973 р. став доцентом кафедри вищої математики КПІ (де працював до 1990 р.). Споріднені фундаментальні науки були невід'ємними в його професійному житті, адже він випускник фізико-математичного факультету Харківського педагогічного інституту ім. Г.С. Сковороди (1951 р.), з 1956 р. аспірант, а з 1959 р. - молодший науковий

співробітник ГАО АН УРСР. У 1963 р. отримав ступінь кандидата фізико-математичних наук, після захисту кандидатської дисертації «Ассиметрия лунного профиля, наклонность лунной орбиты и либрационные эффекты Луны». Науково-дослідну роботу розпочату в ГАО він вдало продовжив в стінах КПІ. Головна з них - складання фотометричного каталогу зірок. Під час роботи в ГАО він вів спостереження на астрографі та брав участь в роботі по визначенню точних положень малих планет. Як викладач математики КПІ сприяв вихованню талановитих українських інженерних кадрів та популяризації астрофізичних знань в стінах вишу.

Одними з перших його робіт в галузі астрономії були: «Точные положения малой планеты Гебы» (1958, у співавторстві), «О наклонности лунной орбиты» (1959), «Некоторые выводы из обработки покрытия звезд Луной» (1962), серед більш пізніх: «Определение поправок координат Луны по наблюдениям кольцеобразного солнечного затмения 20 мая 1966 г.» (1968, у співавторстві), «Графический метод преобразования геоцентрических координат в гелиографические» (1970), «Эфимерида кометы Абе» (1970), «Вычисление гелиографических координат кометы по элементам ее орбиты» (1971). Таким чином, талановиті природодослідники сере яких й І.М. Деменко - вихованці відомих вчених стали продовжувачами справи своїх талановитих вчителів та вдало застосовували набуті знання з фізики на математики як в астрономії, так й своїй викладацькій й освітянській роботі.

**Astronomical Museum of the Kyiv University Observatory - origins,
history of development, modernity**

Kazantseva L., Kazantsev A.

Astronomical Observatory Taras Shevchenko National University of Kyiv
astromuz_univ@ukr.net

Almost 10 years of registered existence, 30 years since the official foundation and 180 years since its inception, the Astronomical Museum in Kiev has passed such a long way. He changed his names, directions and methods of work, premises and expositions, expanded his funds. The museum passed times of oblivion and rebirth, received recognition outside the university and the city.

The only goal of the museum remained unchanged - to study the formation of astronomical studies in Kiev, to restore the forgotten names of

ASTRONOMY AND SPACE PHYSICS IN KYIV UNIVERSITY

Kyiv astronomers, to show how scientific instruments and methods of research were changing, to establish links with the city community and with the scientific world.

The history of the locality, the design and construction of the observatory, the commissioning and installation of tools, the creation of new units and suburban stations, the formation of the library and cooperation with the Department of Astronomy, the fate of graduates, astronomers and other falls into the field of view of the museum.

Excursion and popularization activities have reached a new level as well. Museum plans to open its virtual exhibitions in the near future.

Memorial collections of the Astronomical Museum of the KNU: formation, description, research

Kazantseva L.

Astronomical Observatory Taras Shevchenko National University of Kyiv
astromuz_univ@ukr.net

The study and dissemination of information about the fate of Kyiv astronomers and people involved in the activity of the Observatory since its foundation and graduates of the Department of Astronomy is one of the tasks of the Museum.

To date collected more than 120 collections now. Some collections contain several hundred items, others are only a few.

Communicating with relatives, colleagues, working in various archives, libraries and other museums is a source of information and helps to form and replenish the museum fund.

We collect not only original materials but also copies to create a more complete picture of the person's fate. Photos, manuscripts, books and prints of articles, documents, personal belongings, memories of the person and his contemporaries form the basis of each collection.

The cataloguing of collections continues, electronic description and digital copies of collections are under preparation.

Український астрономічний портал як засіб популяризації історії астрономії

І.П. Крячко

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна
astrosvita@gmail.com

Сучасні інформаційно-комунікаційні технології дозволяють поширювати наукову інформацію і створювати її носії в цифровій формі, організовувати науково-інформаційні ресурси в Інтернеті й підтримувати віддалений доступ до них. Одним з таких ресурсів, як засіб наукової комунікації, популяризації астрономії, збереження і поширення достовірної наукової інформації є Український астрономічний портал, що діє з 2017 р.

Розділи порталу «Астрономія в Україні» та «Астрономія у світі» містять підрозділи «Історія астрономії» і «Персоналії». Перші призначені для різноманітних матеріалів з історії астрономії в Україні та світі. Вони вміщують статті «З історії астрономії в Україні» та «Історія розвитку астрономії у світі», інформацію про Музеї астрономії і джерела з історії астрономії (в Україні та світі), а також Хронологію астрономії. В ній у вигляді таблиці подано короткі відомості про факти з історії розвитку астрономії у світі.

Підрозділи «Персоналії» вміщують біографічні довідник «Найвідоміші українські астрономи» і «Найвідоміші астрономи світу». Короткі біографії астрономів у багатьох випадках доповнено текстами статей про них, які оприлюднював спершу «Короткий астрономічний календар», а потім «Астрономічний календар».

Отже, Український астрономічний портал, який загалом призначений для комунікації між астрономічним середовищем і широким загалом користувачів, можна використовувати для популяризації як української, так і світової, астрономічної спадщини.

Перші україномовні видання з астрономії (1863-1876)

М. Лашко

Київський Університет імені Б. Грінченка, Київ, Україна
mykhaylo.lashko@gmail.com

Друга половина XIX ст. була позначена численними переслідуваннями української мови та української книги. Проте навіть у такий важкий час були ентузіасти, які видавали науково-популярну літературу для народу. Два такі видання з'явилися в Києві й одне у Львові.

Першою в 1863 р. в м. Києві з'явилася книга «Дещо про світ божий» (б.а.). Її можна поділити на дві частини: астрономічну і фізичну. В першій частині, зокрема в розділах «Дещо про землю», «Дещо про Сонце», «Про зірки», «Про місяць», наводиться основна інформація про Землю, Сонце, зірки та Чумацький шлях. Також подано відомості про сонячні та місячні затемнення. Друга частина книги, розділи «Про тепло», «Вода», «Про вітер», «Про погоду», присвячена розгляду фізичних властивостей речовин та поясненню погодних явищ.

Іншою книгою є переклад з російського видання А. Іванова, здійснений М. Комаровим і виданий у Києві в 1874 р., «Розмова про небо та землю». В ній у формі розмови автор поступово знайомить читача з питаннями форми Землі, її магнітним полем, розмірами Сонця та його положенням у Всесвіті. Також пояснюються явища сонячних та місячних затемнень, природа комет та Чумацького шляху. В кінці книги автор спростував забобони про зв'язок комет зі стихійними лихами, навівши аргумент про обчислення кометних орбіт.

Іншим цікавим зразком астрономічної літератури є книга С. Мешелі «Свет божій в безконечних его всетворениях. Читанка астрономічна для народу», яка вийшла у Львові 1865 р. Її особливостями є те, що вона написана за найновішими джерелами, але все викладено в «релігійній упаковці» та закостенілою церковнослов'янською мовою. Книга має три розділи. На початку автор наводить пояснення геометрично-математичної частини астрономії, де знайомить читача з відповідними термінами. У першому розділі він описує сонячну систему та її основні дані, далі наводить інформацію про Сонце – його масу, розміри, природу сонячних спалахів і сонячних плям. Окремий підрозділ присвячений природі зодіакального світла. У підрозділі «Планети нашого сонця» автор дав

інформацію про планети земної групи та розглянув механізм місячних і сонячних затемнень. Говорячи про Марс, він наголосив на нерівномірності його орбіти та висловив припущення про подібність його атмосфери до земної. У підрозділі «Астероїди» наведено дані про найбільші з них: Цереру, Палладу та Юнону. Далі йде інформація про планети-гіганти (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун) та висловлюється припущення про існування інших планет за Нептуном, які поки що не відкриті. У підрозділі «Комети» автор докладно зупиняється на їх природі й характеристиках, описує деякі відомі комети та їх роль в історії людства.

У другому розділі книги «О звіздах недвижимих» автор розповідає про відстані до найближчих зірок, знайомить читачів з поняттям зоряної величини та кількості зірок різної величини на небі, дає інформацію про сузір'я (в т. ч. зодіакальні). Окремі підрозділи присвячені подвійним та новим зорям. У підрозділі «Звізди мглістії» автор припустив, що це зірки, оточені пиловою оболонкою, де відбувається процес утворення планетних систем. Завершується другий розділ підрозділом «Молочна дорога» з інформацією про зоряну структуру Чумацького шляху.

Третій розділ «Мглістії пятна, інші звездочні системи» містить опис туманностей Оріона та Андромеди, де наголошується на успіхах останніх років, відкриттях багатьох нових туманностей Гершелем та Россом. Туманності поділені на чотири класи за формою та можливістю розділення їх на окремі зорі, також наведено опис форм деяких з них. У підрозділі «Оборот звездочних системов довкола впольного средоточія їх» автор висловив думку про обертання всіх видимих туманностей навколо спільного центру, а в підрозділі «Бесконечность всетворіння господня» висловив припущення про нескінченність Всесвіту в просторі. У заключному підрозділі «Початки й поступенне образованне творіння божого» він знайомить читачів з гіпотезою про утворення Сонячної системи з газопилової хмари.

Наукове видання

**Астрономія та фізика космосу
в Київському університеті**

в рамках Днів науки в Україні

Міжнародна конференція

м. Київ, 29 травня – 01 червня 2018 р.

Збірка тез доповідей

Підписано до друку **10.05.11**. Формат 60x84^{1/16}.

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**