Taras Shevchenko National University of Kyiv
Astronomical Observatory

Astronomy and Space Physics in the Kyiv University

Book of Abstracts

International Conference

May 25 – May 28, 2021

Kyiv, Ukraine

Scientific organizing committee (SOC)

Chair G. Tolstanova (Ukhaine)
Vice-Chairs V. Efimenko and V. Ivchenko (Ukraine)

SOC Secretary I. Lyk'yanyk (Ukraine)

SOC Members
Antonio Del Popolo (Italy), Bohdan Novosyadly (Ukraine), Bohdan Hnatyk (Ukraine), Gennadi Milinevsky (Ukraine), Igor Karachentsev (Russia), Mykola Gordovsky (United Kingdom), Peter Berczik (Ukraine), Piotr Homola (Poland), Roman Kostyk (Ukraine), Sergiy Andrievsky (Ukraine), Sergiy Parnovsky (Ukraine), Vadym Kaydash (Ukraine), Valery Shulga (Ukraine), Valery Zhdanov (Ukraine), Vera Rosenbush (Ukraine), Vsevolod Lozitsky (Ukraine), Yaroslav Yatskiv (Ukraine), Yury Izotov (Ukraine)

Local organizing committee (LOC)

Chair V. Efimenko (Ukraine)
Vice-Chair I. Luk'yanyk (Ukraine)

LOC Members
A. Grytsai, O. Mozgova, O. Fedorova, R. Hnatyk, S. Zaichenko, V. Ponomarenko, I. Izotova, N. Lozytska, O. Sergienko

LOC secretary V. Danylevsky (Ukraine)
E-mail: aoconf@ukr.net

Place of the meeting (Web-conference on zoom-platform)
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…….……... 14

Життєвий і науковий шлях П.Р. Романчука.
В. М. Єфіменко, В. Н Криводубський …….…… 15

The solar eclipses observations by astronomers of Kyiv university.
V. Danylevsky, V. Efimenko……...…. 17

Asteroid dynamics under light-pressure torques. O. Golubov…..…. 18

Hyperbolic Comets as an indicator of the Hypothetical Planet 9 in the Solar System. A. Guliyev, R. Guliyev, S. Nabiyev……... 19

Extremely high energy cosmic rays. B. I. Hnatyk……...……... 20

Observations of near-Earth asteroids: results and challenges.
Yu. N. Krugly……. 21

How not to make a mistake when calculating? Statistical processing pitfalls. S. L. Parnovsky……..….... 21

Specropolarimetric diagnostics of the solar corona: present and future. N. G. Shchukina……....……. 22

Aerosol pollution in Kyiv: characteristics, and distribution by districts. Y. Yukhymchuk, G. Milinevsky, V. Danylevsky, A. Liptuga, V. Kyslyi, I. Syniavsky, M. Sosonkin, O. Turos, A. Simon , V. Choliy, T. Maremukha, A. Petrosyan…….…… 23

GST Observations of Sunspots: Newest Findings.
V.B. Yurchyshyn……..…..... 24

Solar magnetic field and irradiance variations on a millennial timescale and their effects on terrestrial temperature. V. Zharkova……..…..… 24

Astropaticle Physics, Gravitation and Cosmology...…… 26

Complex approach in the theory of gravitational lensing and geometric properties of caustics. A. N. Alexandrov……..…… 27

Polarization maps and magnetic field of SN1987A. V. Beshley, O. Petruk…….…. 27

Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods. N. M. Diachenko, A. A. Elyiv, I. B. Vavilova, D. V. Dobrycheva, M. Yu. Vasylenko……...…. 28

Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at z<0.1. D. Dobrycheva, V. Khramtsov, M. Vasylenko, I. Vavilova, A. Elyiv……. 29

Method for constructing spherically symmetric solutions of 5-dimensional gravity equations. V.D. Gladush…… 30

Secular Changes in the Flux Density of the Cas A Supernova Remnant, from Centimeter to Decameter Wavelengths. A. Gorbynov, A. Sukharev, M. Ryabov, V.Bezrukovs, A. Orbidans…... 31

Dynamical model of a clumpy torus in AGNs. Velocity and velocity dispersion maps interpretations. M. Ishchenko, P. Berczik…… 32

Impact of primordial magnetic field on the emission signals from the dark ages. Yu. Kulinich, B. Novosyadlyj……... 32

Results of optical BVRI observations and research of AGN PKS 1222+216. K. V. Kulish, V. A. Ponomarenko, A. O. Simon, V. V. Vasylenko, I. O. Izviekova…… 33

Interacting dark energy without non-adiabatic instabilities of cosmological perturbations at early epoch. R. G. Neomenko……... 34

The Cosmic Dawn: the first molecules in the halos and between them. B. Novosyadlyj, Yu. Kulinich, B. Melekh, V. Shulga……... 35

On the variation procedure in GR. V. P. Olyeynik……..…..... 35

Results of photometric research of AGN Markarian 501 and Markarian 421. D. Orikhovskyi, V. A. Ponomarenko, A. O. Simon, V. V. Vasylenko..... 37

Anisotropic Big Bang, what it could look like? S. L. Parnovsky…….. 37

Multimessenger signatures from transient very high energy gamma-ray sources. Y. Pichkurova, V. Voitsekhovskyi, B. Hnatyk……... 38

Energy and radiation of a highly relativistic spinning particle in Schwarzschild's background. R.M. Plyatsko, M.T. Fenyk…… 39

X-ray galaxies selected from SDSS. N. G. Pulatova, V. Tugay, O. Malyi, L. V. Zadorozhna, and O. Lukina……... 39

Light scalaron as dark matter. Yu. Shtanov…….. 40

Triple Supermassive Black Hole in NGC 6240: observation, simulation and Kozai-Lidov effect. M. Sobolenko, P. Berczik, M. Ishchenko……. 40

Thin accretion discs around relativistic configurations with nonlinear scalar fields. O. S. Stashko, V. I. Zhdanov, A. N. Alexandrov……... 41

Variations in the optical bands of the extragalactic radio source 3C 84 (Perseus A) at different time scales, from joint observations in Ukraine, Latvia and Slovakia. A. Sukharev, M. Ryabov, V. Bezrukovs, O. Ulyanov, A. Udovichenko, L. Keir, P. Dubovsky, I. Kudzej, A.Konovalenko, V. Zakharenko, D. Bakun, I. Eglitis…… . 42

Applying machine learning for reconstruction of the topology structure type of dark matter halos. M. Tsizh, B. Novosyadlyj……... 43

Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular

spectra. A. Vilkha, M. Kasheba, B. Melekh…… 44

Gamma-ray and neutrino emission from galaxy clusters. V. Voitsekhovskyi, R. Hnatyk…….. 45

Cosmological scalar field and the Hubble parameter. V. I. Zhdanov, A. N. Alexandrov, O. S. Stashko…… 45

Hubble parameter in the *f*(*R*)-gravity. V. I. Zhdanov, O. S. Stashko… 46

Gravitational potentials in the Lattice Universe with the cubic topology. A. Zhuk, M. Eingorn, E. Canay, J. M. Metcalf, M. Brilenkov……...……... 47

Багатоканальна астрономія у 2030-х роках: синергія обсерваторій. О. Сергієнко…… 47

Загальна умова відсутності неінваріантної особливості у безсиловій електродинаміці у координатах Бойєра-Ліндквіста. В. О. Пелих, Ю. В. Тайстра…… 48

Astrometry and small bodies of the Solar system…… 49

Peculiar polarization of Jovian satellite Europa and its interpretation. V. K. Rosenbush, N. N. Kiselev, K. Muinonen, L. O. Kolokolova, A. A. Savushkin, N. V. Karpov…… 50

Photo-polarimetric properties of the dust in distant comets C/2014 A4 (SONEAR) and C/2011 KP36 (Spacewatch). O. Ivanova, V. Rosenbush, I. Luk'yanyk, L. Kolokolova, V. Kleshenok, N. Kiselev, V. Afanasiev……..... 51

The Tess light curve database as a power tool to study extrasolar comets. Ya. Pavlenko, I. Kulyk, M. Vasylenko, P. Korsun, D. Dobrycheva, O.Shubina…… 52

Scientific Ukrainian meteor observation network (UAMON). A. Golubaev, A. Vidmachenko, O. Shulga, M. Kulichenko, F. Bushuev, N. Kaliuzhnyi, Y. Gorbanev, A. Mozgova, P. Kozak, S. Savchuk, L. Yankiv-Vitkovska, Y. Sumaruk, B. Hrudynin, A. Andreev, E.

Malynovskyi, S. Kolomiyets……. 53

Estimation of GEO orbital elements accuracy based on optical observations at RI "MAO". M. O. Kulichenko, V. F. Kryuchkovskiy, N. V. Maigurova, O. V. Shulga……..……... 54

Походження люків Кірквуда та фізичні умови в ранній Сонячній системі. А. М. Казанцев, Л. В. Казанцева…… 55

Виявлення дії припливних сил у верхній атмосфері за метеорними спостереженнями. А. М. Казанцев, Л. В. Казанцева. 56

The current state of observations of star occultations by small bodies of the solar system in Ukraine. V. V. Kleshchonok, V. L. Karbovsky, M. V. Lashko, M. I. Buromsky……..…… 57

Optical NEO observations in NSFCTC. O. M. Kozhukhov, S. V. Rishchenko, T. O. Dementiev, V. L. Pasatetskiy, T. A. Bezluschenko, Y. V. Tanasiychuk, M. V. Reshetov, Y. V. Shevchuk, O. V. Kravchenko, D. M. Kozhukhov, V. M. Mamarev, A. P. Ozeryan, V. I. Prysiaznyi……... 58

Рекомендації щодо розміщення базисних відеокамер для отримання максимально точних координат динамічних атмосферних об'єктів. П. М. Козак, Л. В. Козак……. 58

Обчислення кінематичних та фотометричних характеристик яскравого світного об'єкта зареєстрованого в надскладних спостережних умовах. П.М. Козак, Ю.Є. Злочевський, С.В. Старий, О.Б. Стеля…….. 59

Kinematic parameters of video meteors and lines identification in the emission spectra. A. Mozgova, A. Golubaev…… 61

Monitoring of morphology and color of the comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1. A. Voitko, O. Ivanova, M. Husárik 61

Дослідження екзопланет TrES-3b, Kepler-17b, Qatar-1b та Qatar-2b методом транзитної фотометрії. А. Нагурна, М. Соломаха, О. Баранський, М. Лободенко……. 62

Астрометрія та фотометрія астероїда троянця Hektor (624). А. Касянчук, О. Баранський, П. Корнійчук, Н. Семенчук…… 63

Photometry of comet C/2017 M4 (ATLAS) at heliocentric distance 4.18 au. I. Luk'yanyk, O. Ivanova, V. Troianskyi, S. Andrievsky, M. Andreev……..... 64

Simulation of the transport characteristics of the cometary hierarchical near-surface layer. V. Reshetnyk, Yu. Skorov…….. 65

Anomalous optical properties of the selected areas on the Ceres and Vesta surfaces. I. Slyusarev, V. Kaydash, V. Rychagova, A. Gritsutenko, I. Belskaya, Y. Shkuratov, V. Shevchenko……. 65

First results of observations of stellar occultations at the Odessa Astronomical Observatory. V.V. Kleshchonok, V.I. Kashuba, S.R. Kimakovsky, Yu.M. Gorbanev……. 67

Solar Physics and Solar Activity…… 69

Evolution of sunspot magnetic fields during solar activity cycles 23 and 24 on measurements with TST-2 CrAO. Z. S. Akhtemov, Y. T. Tsap, V. M. Malashuk…… 70

Analysis of observed active regions on the Sun. O. A. Baran, M. M. Koval`chuk, M. I. Stodilka, A. I. Prysiazhnyi……... 70

Drag of the International Space Station (ISS) and the state of solar and geomagnetic activity. V.H.Komendant, M.I.Ryabov, N.I.Koshkin 71

Anomalous expansion of FeI 5434.5 Å line in a sunspot: magnetic fields of 10^5 gauss range ? V. G. Lozitsky, S. N. Osipov, M. I. Stodilka…….. 71

Comparison of different methods of magnetic field measurements in the solar flares. V. G. Lozitsky, I. I.Yakovkin, Ye.O. Kravchenko, V. P. Tarashchuk……..…… 72

Influence of reflected protons on the low-frequency turbulence excitation in the Earth bow shock foreshock region.

P. P. Malovichko, Yu.V. Kyzyurov…….. 73

Formation of surges system in the site of the active region with the Ellerman bomb. M. N. Pasechnik…… 74

Measuring the magnetic field on a red giant eps Tau: a method for eliminating instrumental polarization in spectral lines. S. I.Plachinda, V. V. Butkovskaya……... 76

THEMIS observations of ULF fluctuations around the Moon: Statistical study. A. Salohub, J. Šafránková, Z. Němeček…….. 76

On the magnetic field concentration in solar coronal loops. Y. T. Tsap, A. V. Stepanov, Y. G. Kopylova…….……..… 77

Сонячна активність, землетруси і вулкани. Васильєва І……. 77

Напрямки наукових досліджень П.Р.Романчука в Київському університеті. В. Н. Криводубський, В. М.Єфіменко…….. 78

Спільні дослідження спалахово-активних областей Сонця в АО КНУ і ГАО НАН України. Н. М. Кондрашова……... 80

Сонячні факели: спостереження та моделювання. Р. Костик, Н. Щукіна…….. 81

Моделювання магнітного циклу Сонця. О. О. Логинов, О. К. Черемних, В. Н. Криводубський 82

Проблема лімба при спостереженнях на краю сонячного диска. С. М. Осіпов……. 83

Atmosphere and Ionosphere Research…….. 85

Ozone altitude profiles in the atmosphere over the Kyiv and Antarctic Peninsula areas by Umkehr observations. Y. Andrienko, G. Milinevsky, V. Danylevsky…….. 86

Statistical characteristics of geomagnetic storms in the 24th cycle of

solar activity. L. F. Chernogor……. 87

Physical Effects in the Atmosphere and Geospace due to Ground-Based Explosion on August 4, 2020 at the City of Beirut: Theoretical Modeling Results. L.F. Chernogor..... 88

Physical effects in the atmosphere and geophysical fields due to gas pipeline accident near Kyiv city on September 15, 2020. L.F. Chernogor..... 89

Physical Effects in the Atmosphere and Geospace Accompanying the Surface Explosion at the City of Beirut on August 4, 2020: Observational Data. .F. Chernogor, K. P. Garmash..... 90

Dynamic processes in the magnetic field and in the ionosphere during the 30 August–2 September, 2019 geospace storm: Influence on HF radio wave characteristics. L. F. Chernogor, K. P. Garmash, Q. Guo, Y. Luo, V. T. Rozumenko, Yu Zheng..... 92

Time-frequency and fractal analyses of the Earth's magnetic field variations appeared during powerful geospace storms took place in September 2017. L. F. Chernogor, O. V. Lazorenko, A. A. Onishchenko 94

Ionospheric Effects of the August 11, 2018, Solar Eclipse over the People's Republic of China L. F. Chernogor, Yu. B. Mylovanov..... 95

Physical processes in the atmosphere and geospace due to supertyphoon Hagibis moving on 6–13 October 2019. L. F. Chernogor, K.P. Garmash, Q. Guo, V.T. Rozumenko, Yu Zheng..... 97

Investigation of stratospheric aerosol within the space project Aerosol-UA. J. M. Dlugach, M. G. Sosonkin, Yu. S. Ivanov, I. I. Syniavskyi, Ye. A. Oberemok, G. P. Milinevsky…..……... 99

Planetary waves in the southern polar atmosphere. A. Grytsai, O. Evtushevsky, G. Milinevsky, A. Klekociuk…….. 100

Tropopause features in the atmosphere over Antarctica. O. Ivaniha, O. Evtushevsky, A. Grytsai, G. Milinevsky, A. Klekociuk…….. 102

Прояви ініціації суббурі за супутниковими та наземними вимірюваннями. Л. В. Козак, Б. А. Петренко, О. О. Кронберг..... 103

Influence of eddy turbulence on formation of sporadic-E plasma layer. Yu. V. Kyzyurov, P. P. Malovichko……... 104

Infrasound observation in Ukraine and Antarctica: prospects for the atmosphere study. O. I. Liashchuk, E. V. Karyagin, Yu. A. Andrushchenko……... 105

Cosmogenic beryllium-7 in near-ground air of Ukraine. N. I. Lozitska……...……... 106

Model simulated AOD over Europe as a background field for data assimilation. N. Miatselskaya, A. Bril, A. Shylkova…… 107

The influence of meteorological conditions on the formation of atmospheric air pollution level by carbon monoxide in Ukrainian cities. L. M. Nadtochii, I. V. Dvoretska, M. V. Savenets…….. 108

Electric field in the ionosphere perturbed from the near-ground ULF electric current source: different configurations of the geomagnetic field and new results. Yu. G. Rapoport, V. M. Reshetnyk, V. V. Grimalsky, A. V. Grytsai, A. I. Liashchuk, V. M. Ivchenko, A. K. Fedorenko, S. S. Petrishchevskii……. 109

Planetary waves in the mid-latitude mesosphere during sudden stratospheric warming 2021. Y. Shi, G. Milinevsky, O. Evtushevsky, Y. Andrienko, V. Shulga…… 110

Ionospheric effects of tidal waves from measurements of the radio telescope "URAN-4". M. I. Ryabov, L. I. Sobitnyak……... 111

The state-of-art of scientific instruments design for the Aerosol-UA satellite project of aerosol remote sensing in the atmosphere for climate applications. I. Syniavsky, Ye. Oberemok, G. Milinevsky, M. Sosonkin, V. Danylevsky , Yu. Ivanov, J. Dlugach, I. Fesianov, Y. Yukhymchuk……. 112

Planetary wave influence on annual ozone distribution in the Northern Hemisphere. C. Zhang, G. Milinevsky, O. Evtushevsky, Y. Andrienko, V. Shulga……. 114

History of Astronomy……... 116

A copy of astronomical treatise "Commentary on the Almagest", by Nasir al-Din al-Tusi in Ottoman Sultan Fatih Sultan Mehmet's library. Y. N. Aliyev……. 117

Астрометричні дослідження в обсерваторіях України у XIX столітті. Т. Г. Артеменко…… 117

Astrometric scientific school at the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine. T. G. Artemenko, I. B. Vavilova…….. 118

Астроном-математик Йоганн Кеплер. До 450-річчя від дня народження. Л. С. Баштова…… 119

When scientists become amateurs: two biologists in astronomy. O. I. Boldyryev……... 122

"Сонячна служба" довжиною в життя. До 100 річчя з дня народження Євгенії Миколаївни Земанек. Л. В. Казанцева……. 123

Історія однієї картини, що дозволила відтворити деякі події та співробітництво. Л. В. Казанцева……. 125

Участь київських астрономів в полярних дослідженнях до появи Станції "Академік Вернадський" за матеріалами фондів Астрономічного музею. Л. В. Казанцева……. 126

Виробництво аерофотоплівок на ВО «Свема» у 1980-1990 рр. М. Г. Кокшайкін……... 126

Ієронімо Сірторі – автор першої праці з телескопобудування. М. В. Лашко…….. 129

З історії передбачень сонячних затемнень. В. Манько…….….. 130

Прилади Астрономічного музею АО КНУ ТШ подвійного використання та перспективи їх подальшого дослідження. С. Салата, Л. Казанцева……..…… 131

Про колекції, кабінети, музеї і лабораторії в Університеті святого Володимира. Л. Самойленко……... 132

Lithuanian Museum of Ethnocosmology. L. Šmigelskas, E. Zaronskis 133

Компас Адріанова: легенда про простоту. Ю. Шевела…….. 134

Оптичний теодоліт Carl Zeiss Th1: історія та конструктивні особливості. Ю. Шевела……. 136

ПЛЕНАРНА СЕКЦІЯ

PLENARY SESSIONS

Життєвий і науковий шлях П. Р. Романчука

В. М. Єфіменко, В. Н. Криводубський

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
efim@knu.ua, krivod2@knu.ua

Сто років виповнилось з часу народження П.Р. Романчука – Героя Радянського Союзу, кандидата фізико-математичних наук, доцента, директора Астрономічної обсерваторії Київського університету імені Тараса Шевченка (1972-1987). Після закінчення школи (1939) П.Р. Романчук поступив до Херсонського педагогічного інституту, де провчився всього один місяць і був призваний до лав Червоної Армії. Воював у складі військ Західного, Північно-Західного, Степового фронтів. За героїзм при форсуванні Дніпра у вересні 1943 р. П.Р. Романчуку присвоєно звання Героя Радянського Союзу.

1946 р. поступає на фізичний факультет Київського державного університету а після його закінчення (1950) працює викладачем фізики Золотоніського педагогічного училища, Кременецького та Чернігівського педагогічного інститутів. У своїх спогадах “Як все розпочалося” П.Р. Романчук пояснює свій вибір напрямку наукових досліджень: “У 1949 р. я придбав книжку “Сонячна активність і її земні прояви” авторів М.Г. Ейгенсона, М.М. Гневишева, О.І. Оля і Б.М. Рубашова. Вона містила багато цікавих фактів, що стосуються сонячної активності, погоди, магнітних бурь, теорії явищ. Я захопився цією книжкою, написав дипломну роботу, якою керував С.К. Всехсвятський. Тоді, ще студентом я познайомився з роботою С.К. Всехсвятського, в якій він вважав, що активність Сонця пов’язана з планетами. Після закінчення університету я отримав призначення в Золотоніське педагогічне училище. Саме там я почав шукати шляхи з’ясування природи сонячної циклічності” [1].

У 1957 р. П.Р. Романчук поступає до аспірантури на кафедру астрономії Київського державного університету. Після закінчення аспірантури отримує призначення на роботу в Астрономічну обсерваторію Київського університету а з вересня 1963 р. зараховується на посаду старшого викладача кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Київського університету. У 1966 р. П.Р. Романчук захищає дисертацію на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук “До питання про природу сонячної активності”, з 1967 р. стає доцентом кафедри

експериментальної фізики, а з 1972 р. доцентом кафедри астрономії і призначається директором Астрономічної обсерваторії.

У зв'язку з початком освоєння космічного простору, на початку 1960-х років відчувалась велика потреба в організації, яка могла б координувати отримання, аналіз і використання всієї сонячної і геофізичної інформації. Такою організацією стала Міжвідомча науково-технічна рада по проблемі «Сонце-Земля» АН СРСР. Головою Ради було призначено М.В. Пушкова. Одним із напрямків діяльності Ради «Сонце-Земля» була організація робіт з вивчення і прогнозування сонячної активності і фізичних умов в навколоземному просторі [2]. Перед захистом П.Р. Романчук декілька разів виступає на семінарах відділу фізики Сонця і Ради з Астрофізики Державного Астрономічного інституту ім. Штернберга, де ймовірно познайомився з М.В. Пушковим.

У 1968 р. Романчук подає в ДКНТ документи на отримання теми по прогнозуванню сонячної активності. Суттєву допомогу в підтримці напрямку досліджень П.Р. Романчуку надає Голова Ради «Сонце-Земля» АН СРСР М.В. Пушков. У 1976 р. в Астрономічній обсерваторії відбулася важлива подія - нарада радянських і американських спеціалістів з обговорення питань прогнозування сонячної активності, можливих фізичних механізмів зв'язків сонячна активність - нижня атмосфера, обміну і використання сонячної і геофізичної інформації. На нараді з доповідями виступили співробітники обсерваторії.

За ініціативи П.Р. Романчука в обсерваторії розпочався розвиток нових наукових напрямів: з теоретичних досліджень магнітних полів та початок експериментальних робіт після придбання магнітографа, дослідження змін в атмосфері Сонця пов'язаних зі спалаховою активністю, сонячно-земних зв'язків та впливу сонячної активності на погодні явища, розробка методів прогнозування сонячної активності.

Важливим результатом діяльності П.Р. Романчука стало зміцнення матеріальної бази обсерваторії – придбання магнітографа, модернізація горизонтального сонячного телескопа, спільні роботи з ГАО НАН України з розробки та виготовлення аксіального меридіанного круга, придбання апаратури для телевізійних спостережень метеорів. Іншим важливим результатом стало залучення до роботи в обсерваторії великої групи молодих співробітників.

За час роботи в університеті П.Р.Романчук опублікував більше 100 наукових праць, підготував декілька кандидатів наук. Помер П.Р. Романчук 22 червня 2008 року, похований на Совському цвинтарі м. Києва.

1. Єфіменко В.М. Павло Родіонович Романчук – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2010. – 91 с.

2. Мирошниченко Л.И. Семинар Н.В. Пушкова и солнечно-земная физика в ИЗМИРАН (1961-1981 гг.) // Вестник ОНЗ РАН, Т. 11, NZ1103, https://doi.org/10.2205/2019NZ000361, 2019.

The solar eclipses observations by astronomers of Kyiv university

V. Danylevsky, V. Efimenko

Astronomical observatory of the Taras Shevchenko national university of Kyiv, Ukraine

The total solar eclipses are very spectacular events which have been observed by mankind during whole history and played very important role for formation and evolution of scientific view of the world. Historians of astronomy give information about observations of the eclipses by ancient and medieval astronomers from different sites of the world. They tried to predict the eclipse events for certain places or/and time contributing to the mathematic evolution and the Universe concept. The solar eclipse observations contributed considerably to celestial mechanics and other fields of astronomy at the epoch following Kepler. Scientific problems for which the solar eclipses observation contributed especially are following: the Moon motion theory, the Earth rotation theory and determination of the Universal and Ephemeris time difference (co-called DeltaT parameter), the General Relativity Theory confirmation (the gravitational light deflection at the limb of the Sun determined by A. S. Eddington from 29 May, 1919 eclipse observations), the solar corona nature explanation and parameters estimations, diameter of the Sun determination and some others.

Observations of solar eclipses by astronomers from Ukraine are discussing in the report. Most of observations considered were carried out by the Kyiv university astronomers. They have observed 19 events from middle of 19th to start of 21th centuries. The first eclipse was observed by professor of the Imperial University of Saint Volodymyr V. Fedorov at Chernihiv on 8 July of 1842, and then eclipse on 28 July of 1851 was observed by expeditions of the Saint Volodymyr university at four sites (Kyiv, Bratslav, Uman’, Zhytomyr). Also the expedition of the Saint Volodymyr university leading by director of the Astronomical observatory M. Khandrikov observed the total solar eclipse on 19 August of 1887 at Ural Mountains. The most of the eclipses was observed by the Kyiv

university scientists during 20th century. The expeditions were made for different sites of the former USSR and other region of the globe (Cook Islands in the Pacific Ocean, Mexico, Mauritania, Brazil, Romania, Turkey). Prof. S. Vsekhsvyatsky (also Vsessviatsky) initiated the set of observations participating in the observations of the total solar eclipses on 19 June of 1936 and leading 5 more epeditions. Prof. M. Dzyubenko was leader of 5 expeditions, also E. Gurtovenko, V. Efimenko and L. Kurochka headed the scientific expeditions of the Kyiv university astronomers for solar eclipses observations. Many of the Kyiv university scientists participated in the observations and data analysis. They were for example G. Nikolsky, V. Ivanchuk, A. Nesmjanovitch, G. Rubo, S. Musatenko and others. We know poor about the tasks and results of observations the two earliest eclipses by prof. Fedorov and his team. The main task of the observations performed by prof. Khandrikov and following was the solar corona study. One of the results of the observations and data analysis was concept of coronal currents and dynamic corona developed by prof. Vsekhsvyatsky and his colleagues (G. Nikolsky, E. Ponomaryov, and V. Cherednichenko) during 1953-1957 and known as solar wind (named by E. Parker). The observational techniques and results considered shortly in the report. One of the main tasks of the total solar eclipses observations on 11 July of 1991, 11 August of 1999 and 29 March of 2006 was the solar diameter determination. The special expedition photometers were designed in the Astronomical observatory of the Taras Shevchenko National university, and the eclipse light curves were simulated taking into account model of the solar limb intensity distribution and the lunar disk edge irregularities. The technique of the observations, data analysis and results are also discussed in the report.

Asteroid dynamics under light-pressure torques

O. Golubov

[1]Institute of Astronomy of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Dynamics of asteroids is governed not only by gravity, but also by the non-gravitational torque produced by the light scattered or emitted by the asteroid surface. This torque is called the Yarkovsky–O'Keefe–Radzievskii–Paddack effect, or YORP. In the last two decades, YORP has been

observationally confirmed for many asteroids, and even more its indirect manifestations have been found.

In the talk I will review the evolution of the asteroid rotation state under this effect. I will explain how YORP is produced by the global shape asymmetry of an asteroid (the so-called normal YORP, or NYORP), and how one more component of this effect is added by the asteroid small-scale roughness (the tangential YORP, or TYORP). I will show the results of analytic and numeric modeling of dynamics of an asteroid subject to NYORP and BYORP.

I will focus on two kinds of equilibrium rotation states: one, where TYORP and NYORP cancel each other, and the other one, in which YORP vanishes as a result of its complicated dependence on the asteroid rotation rate. The effect of these equilibria on the asteroid dynamics is such that the asteroid can stall in them for an extended period of time, thus avoiding unlimited acceleration by YORP and the consequent disintegration by the centrifugal forces.

Hyperbolic Comets as an indicator of the Hypothetical Planet 9 in the Solar System

A. Guliyev[1], R. Guliyev[1], S. Nabiyev[2]

[1]Shamakhy Astrophysical Observatory of ANAS, Shamakhy, Azerbaijan
[2] School of Earth and Space Exploration, ASU, 781 Terrace Mall, Tempe, Arizona, USA

This research seeks to find a dynamical relationship between hyperbolic comets (HCs) with osculating orbit elements and a Hypothetical Planet 9 (HP9). When defining HCs, we consider comets with an eccentricity of $e > 1$. We have found some statistical evidence that the datasets of HCs and parabolic comets (PCs) are two independent members of long-period comets (LPCs); in this case, HC can be used as an independent tool to perform the task. We have applied numerical integration, MOID calculation or close encounter phenomenon and distribution of descending and ascending nodes of comets to investigate the possible dynamical relationship of planet candidates and HCs. Any transformation between the two groups (from hyperbolic orbit to parabolic or vice versa) of these comets requires a strong perturbation from massive bodies. The noticeable

clusters have been obtained on HCs' descending and ascending nodes distributions in the distances 250-300 AU and 200-250 AU near the ecliptic, respectively and in the distances 260-400 AU relatively to the plane Ω_p = 272.6° and I_p = 86.3°. These clusters may form via the perturbation of HP9 around these distances.

Research has shown the MOID values of 30 comets to be less than the Hill sphere radius of the HP9 sub-models. The eccentricity changing of comet C/2007 JA21 (LINEAR) and its close encounter with that of the HP9 sub-model has been obtained through a numerical integration and MOID calculation methods. We also analyze the possible dynamical perturbation of some massive trans-Neptunian Objects (TNOs) to HCs using MOID values .

Extremely high energy cosmic rays

B.I. Hnatyk

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

Extremely high energy cosmic rays (EHECRs) with energies exceeding 10^{20} eV are very rare events – only about 30 EHECRs are detected so far. Their sources are still the subjects of discussion, but the 10^7 times higher acceleration efficiency in comparison with LHC puts them at the frontier of astroparticle research. We analyze the recent results of most advanced EHECR detectors: the Pierre Auger Observatory and Telescope Array and the list of potential sources of EHECRs that includes classical astrophysical sources: active galactic nuclei (AGN), gamma-ray bursts, newborn millisecond magnetars, as well as exotic sources: decay of supermassive dark matter, emission of EHECRs from topological defects. We show also the new EHECR-connected results in different fields of particle physics, especially in search for Lorentz invariance violation, signatures of dark matter decay/annihilation, axion-like particles. The new projects of future EHECR detectors: POEMMA, GCOS, etc. are discussed as well.

Observations of near-Earth asteroids: results and challenges

Yu. N. Krugly

Institute of Astronomy of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine.
krugly@astron.kharkov.ua

The problem of asteroid hazard is an important field of planetary research. The study of dangerous near-Earth asteroids (NEAs) is carried out both by ground-based telescopes and using space apparatus. Photometric and polarimetric observations in the optical range remain the main source of our knowledge about the physical properties of NEAs. Obtaining reliable and complete information about potentially hazardous asteroids during their passage at close distances near the Earth requires observations within the framework of a wide cooperative network of optical telescopes located in a wide range of longitudes and latitudes around the world. The aims of studying the NEAs include the determination of the absolute magnitudes, surface color indices, parameters of rotation and shapes, as well as the detection and study of binary asteroids. Observations of NEAs over several oppositions can reveal the influence of non-gravitational effects caused by the light pressure of the Sun. The report will tell about the experience of organizing and conducting NEA observations within the framework of the international network of optical telescopes, discuss the results obtained and directions for further research.

How not to make a mistake when calculating? Statistical processing pitfalls

S. L. Parnovsky

Astronomicall Observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

"There are three kinds of lies: lies, damned lies, and statistics." Mark Twain.

The calculation results look quite convincing, but the conclusions drawn on their basis are often erroneous. In mathematical statistics this happens especially often when a scientist uses standard software packages without

thinking about whether methods and programs are applicable to his problem. I will discuss some of the reasons behind the erroneous conclusions and what to look for when using statistical data processing.

Specropolarimetric diagnostics of the solar corona: present and future

N. G. Shchukina[1,2,3]

[1]Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[3]Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine
shchukin@mao.kiev.ua

The scientific goal of the talk is to review the present and future advancements in high resolution coronal spectropolarimetry provided by the upcoming and future solar telescopes. In particular, we focus on the new largest solar ground-based telescopes with the highest spatial, spectral, temporal resolution and polarimetric sensitivity one can achieve from the ground. They are the National Science Foundation's 4.24-m Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST) launched in 2020 and the future 4-m European Solar Telescope (EST).

Then we discuss the current state-of-the-art of coronal spectropolarimetry, based on using coronagraphically observed forbidden optical and near-infrared lines. Among them are the key polarized spectral lines of highly ionized atoms like Fe XIV λ5303, Fe XI λ7892, Fe XIII λ10746, Fe XIII λ10798, Si X λ14301, and Si IX λ39343. They enable a range of coronal plasma diagnostics for the magnetic field direction via linear polarization generated by anisotropic photoexcitation and the longitudinal magnetic field amplitude via Zeeman induced circular polarization.

At the end, we focus on the Solar Research project POLMAG launched in 2018 within the framework of the Advanced Grant of the European Research Council under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme. It aims at exploring the magnetic fields of the chromosphere, transition region and corona of the Sun via the interpretation of the Stokes profiles produced by optically polarized atoms and the Hanle and Zeeman effects.

Aerosol pollution in Kyiv: characteristics, and distribution by districts

Y. Yukhymchuk[1], G. Milinevsky[1,2,3], V. Danylevsky[4], A. Liptuga[5], V. Kyslyi[5], I. Syniavsky[1], M. Sosonkin[1], O. Turos[6], A. Simon[3] , V. Choliy[3], T. Maremukha[6], A. Petrosyan[6]

[1]Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine;
[2]International Center of Future Science, College of Physics, Jilin University, Changchun, China;
[3]Physics Faculty, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine;
[4]Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine;
[5]V. Lashkaryov Institute of Semiconductor Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine;
[6]Marzeiev Institute for Public Health, National Academy of Medical Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

In addition to quarantine lockdown due to the pandemic, the end of March and April 2020 in Ukraine brought large fires throughout our country, including in the Chernobyl zone. Smoke and biomass combustion products were transported far from the fires, although the main number of fires was concentrated in the north and east of Ukraine. During this period extraordinary high $PM_{2.5}$ aerosol contamination has been registered in the atmosphere over Kyiv city. The level of $PM_{2.5}$ load has been investigated using the newly established AirVisual sensors mini-network in four main areas of Kyiv. The data of AirVisual sensors were verified against the HORIBA analyzer by simultaneous PM measurements. Four AirVisual stations were created in early March 2020. The fifth station was installed in the western part of the city in June 2020. The AirVisual Pro is an air quality monitor that works on the principle of improved laser technology for the identification of aerosol particles and provides high-precision measurements of the concentration of PM2.5 particles. The meteorological conditions during this period were checked to establish their influence on PM variations. The data from Kyiv AERONET site sun-photometer, and the MODIS, VIIRS and CALIOP satellite instruments data were analyzed. The cluster analysis using AOD and Angstrom exponent data from AERONET

observations allows determining the main type of aerosol as biomass burning particles.

GST Observations of Sunspots: Newest Findings

V. B. Yurchyshyn

Big Bear Solar Observatory, New Jersey Institute of Technology, USA

In this brief review I will review the most recent sunspot observation and findings based on data from the Goode Solar Telescope. High resolution data showed that a sunspot is very dynamic and exhibits a plethora of not well understood features. These include oscillating umbral jets, penumbral transient brightenings, faint dark lanes and knots inside the umbra and light bridges, dynamic umbral vortices, as well as reconnection jets inside a light bridge and super-strong magnetic fields. I will also discuss observed oscillatory phenomena within the umbra and address some unresolved questions that can be addressed in the future research.

Solar magnetic field and irradiance variations on a millennial timescale and their effects on terrestrial temperature

V. Zharkova

Northumbria University, Newcastle on Tyne, UK

Daily variations of the Sun-Earth distances derived from VSOP87 and JPL ephemeris are explored in the two millennia of 600-2600 showing essential deviation of the Sun–Earth distances from the third Kepler's law caused by solar inertial motion imposed by gravitation of large planets. The Sun-Earth (S-E) distances are found decreasing in January- June and increasing in July-December by up to 0.005 au in the millennium M1 (600-1600) and by more than 0.01 au in millennium M2 (1600-2600). The longest distances of the Earth orbit (aphelion) are steadily shifted during the millennia M1 and M2 from the summer solstice on 21 June in 1100 towards 28 June in 1600, 5 July in 2020 and 16 July in 2600, while the shortest distances (perihelion) are moved from the winter solstice on 21 December

forwards 28 December, 5 January and 16 January in the same years, respectively. These S-E distance variations are reflected in the millennial oscillations (Hallstatt's cycle) of the baseline magnetic field of the Sun measured from Earth reported by Zharkova et al., 2019.

Daily solar irradiance calculated with these S-E distances is found to increase in February-June by up to 11-13 W/m^2 (≃1.0%) in M1 and 14-18 W/m^2 (≃1.3%) in M2, or by up to 2.3%, in total. Despite the solar irradiance is expected to decrease in the next 6 months (July-December) of each year because of the elliptic orbit of the Earth, the balance of the annual solar irradiance is not equal to zero as expected from Kepler's third law. In fact, the annual sums of the daily solar irradiance magnitudes in the years of millennium M2 are found to be higher by up to 20-25 W/m^2 per year than in millennium M1. This annual excess of solar irradiance is expected to be unevenly distributed over Northern and Southern hemispheres depending on the areas exposed towards the Sun. This would lead to complex scenarios of additional solar forcing in the terrestrial atmosphere and ocean heating. Possible implications of this extra solar forcing on the terrestrial atmosphere heating in conjunction with the modern grand solar minima: GSM1 (2020-2053) and GSM2 (2375-2415) are also discussed.

АСТРОФІЗИКА, ГРАВІТАЦІЯ І КОСМОЛОГІЯ

ASTROPARTICLE PHYSICS, GRAVITATION AND COSMOLOGY

Complex approach in the theory of gravitational lensing and geometric properties of caustics

A. N. Alexandrov

Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

In a complex formulation of the theory of gravitational lensing using the parameterization of critical curves (Witt, 1990), a general method was developed for the transition from local coordinates adapted to a point on the caustic to global initial coordinates. The method allows expressing the local characteristics of the lens in terms of the derivatives of the lens potential in the initial coordinates. The formula for the curvature of the caustic is analyzed. A certain function D is closely related to the curvature, which is defined on the caustic curve, and depending on the sign of which the fold-caustic point belongs to one of three types. For $D > 0$, the so-called positive side, the points of which have two extra critical images, lies on the side of the caustic convexity, and for $D < 0$ on the side of its concavity. The critical points, at which $D = 0$, correspond to the inflection points of the caustic. The conditions for the critical point to be a cusp, as well as the positivity and negativity of the cusps are considered. The properties of caustics are illustrated with examples of the Chang-Refsdal lens and a simplified dark matter clamp model.

Polarization maps and magnetic field of SN1987A

V. Beshley, O. Petruk

Pidstryhach Institute for Applied Problems in Mechanics and Mathematics of NASU, Lviv, Ukraine

SN 1987A was a supernova in the Large Magellanic Cloud. The structure of this supernova remnant can be resolved using modern methods of observation. The explosion occurred in the medium with non-uniform structures. The numerical magnetohydrodynamic simulations of SN1987A are presented in the paper of Orlando et. al. (A&A, 622, A73, 2019). These simulations include Park`s model of the magnetic field. This numerical model is able to explain the light curves, the evolution of spectra, and

morphology in X-rays. We have calculated the map of the polarized emission from this model and demonstrated that the adopted configuration of a magnetic field is inconsistent with observations of the polarized radio emission. We have developed the method to reconstruct the magnetic field morphology on the base of the SNR hydrodynamic structure and found the initial morphology of the magnetic field in the vicinity of SN1987A that resembles the observations.

Distance moduli to the galaxies with machine learning regression methods

N. M. Diachenko[1], A. A. Elyiv[1], I. B. Vavilova[1], D. V. Dobrycheva[1], M. Yu. Vasylenko[1,2]

[1]Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Physics of NASU, Kyiv, Ukraine

We consider a data driven approach as an alternative to the traditional photometric techniques to determine distance moduli m-M to the galaxies. In our first work (Elyiv et al., 2020, Astron. & Astrophys.), we tested the five machine learning regression techniques for inference of m-M: Linear, Polynomial, K-Nearest Neighbors, Gradient boosting, and Artificial Neural Network, and obtained RMS error 0.35 mag, which corresponds to relative error 16 %. We compiled two samples of galaxies from the NED and limited 1500 km/s< VLG<60000 (30000) km/s.

In this work, our target dataset consists of 464 208 galaxies at 0.2<z<1.0 from the SDSS DR14. We used key observable parameters such as the corrected Petrosian fluxes, Petrosian radii, inverse concentration index R50/R90 in g-, r-, i-, z- bands, color indexes g-r, g-i, g-z and celestial coordinates in 3-D cartesian representation as input explanatory variables for training and redshift as the target parameter. We tested the usage of five machine learning regressions (Linear, Polynomial, K-Nearest Neighbors, Gradient boosting, and Artificial Neural Network) to predict redshifts applying these observable parameters.

We found that usage of the ANN regression model with two hidden layers is the most effective. The obtained root-mean-square error for the calculated redshifts is equal to 0.046, corresponding to a relative error of 8 %. The proposed model is complementary to the existing photometric redshift methodologies.

Deep similarity learning to infer the morphological properties of galaxies at z<0.1

D. Dobrycheva[1], V. Khramtsov[2], M. Vasylenko[1,3], I. Vavilova[1], A. Elyiv[1]

[1]Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Astronomy of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
[3]Institute of Physics of NASU, Kyiv, Ukraine

We present Machine Learning techniques for the automated classification of galaxies into five classes by visible shape (completely rounded, rounded in-between, smooth cigar-shaped, edge-on, and spiral). We want to emphasize that, unlike in most other works, we paid attention to the visual cleaning of the dataset. Our dataset contains ≈310 000 SDSS-galaxies from DR9 with unknown morphological types at <0.1 redshift. The main aim of our work is to determine the parameters of galaxy morphology, which are defined from the Galaxy Zoo 2 project. The galaxies were classified into five visual shapes using a convolutional neural network. The initial target dataset (≈310 000 galaxies) is highly overlapped with Galaxy Zoo 2 (GZ2). The subsample of galaxies that are matched in both our and GZ2 datasets contained ≈170 000 galaxies used as a training sample. We took morphological types for these galaxies from GZ2 and training processes based on their images. We have found a difference in stellar magnitudes and Petrosian radii between galaxies from the training sample (≈170 000 galaxies), and galaxies unknown morphological types (≈140 000 galaxies, came from the initial target dataset, which does not match with the GZ2 dataset). We applied the image augmentation procedure (image transformations) to solve it, which helps increase the classifier's generalization ability and get rid of the difference between subsamples. We also managed the optimal train-test split training sample using the adversarial validation technique to realistically test our convolutional neural network. All of the above allowed us to classify the galaxies into five types. We have also estimated the morphological parameters of galaxies using the k nearest neighbors method to the `latent' features of galaxies. Our method shows the state-of-art performance of prediction accuracy: 94.2% for completely rounded, 96.4% for rounded in-between, 95.4% for edge-on, and 97.2% for spiral, but not so high for cigar-shaped galaxies – 87.8%. Determination of the morphological parameters also archived promising

results. The preliminary visual inspection of classification shows a good agreement between estimated classes and morphological parameters with corresponding images.

Method for constructing spherically symmetric solutions of 5-dimensional gravity equations

V. D. Gladush

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

The paper proposes a method for constructing spherically symmetric solutions of a 5-dimensional theory of the Kaluza-Klein type, which is described by a Lagrangian depending on the parameter ϵ. For $\epsilon = 1$, the Lagrangian describes the Kaluza-Klein theory; for $\epsilon = 1 / \sqrt{3}$ it represents the effective Lagrangian for the low energy limit of superstring theory; finally, for $\epsilon = 0$, it describes the Einstein-Maxwell theory with a minimally coupled scalar field. We restrict ourselves to studying 5D configurations, the geometry of which depends only on the time (T-solution) or radial (R-solution) coordinate. For each case, we go to the configuration space with the corresponding supermetrics. With the help of the Einstein-Hamilton-Jacobi equation, the construction of solutions is reduced to finding geodesics in the configuration space with the subsequent transition to the space-time manifold.

Note that the spaces of R and T-solutions are essentially different. The T-solution corresponds to a Kantovsky-Sachs-type cosmological model with the topology of a hypercylinder with scalar and electromagnetic fields. For the transition from configuration space to space-time manifold, the evolutionary time coordinate is restored. To find the fields and the metric, the Cauchy problem is solved with the corresponding initial conditions on the hypercylinder. The class of 5-dimensional models based on R-solutions turns out to be much richer. Here, the properties of the models and the type of solutions differ significantly depending on the relationship between the separation constants in the Hamilton-Jacobi equation. Therefore, naturally the need arose to construct a classification of the obtained solution set. For the transition from the configuration space to the space-time manifold, the radial evolutionary coordinate is restored, after which, using the corresponding asymptotic conditions, the metric and fields are found.

Secular Changes in the Flux Density of the Cas A Supernova Remnant, from Centimeter to Decameter Wavelengths.

A. Gorbynov[1], A. Sukharev[2,3] , M. Ryabov[3], V.Bezrukovs[2], A. Orbidans[2]

[1]Department of Theoretical Physics and Astronomy of Odessa I. I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine.
[2]Ventspils International Radio Astronomy Centre (VIRAC).
[3]Odessa Observatory "URAN-4" of the Institute of Radio Astronomy of NASU, Odessa, Ukraine.

The purpose of this work is to summarize a large amount of observational data about the secular decrease of Cas A flux in the radio range, as an indicator of physical processes both in the source itself and as a consequence of the influence of the propagation medium. This paper presents results of observations Cas A and Cyg A on radio telescopes of International Radio Astronomy Center (Latvia), and URAN-4 phased array antenna (Institute of Radio Astronomy NAS of Ukraine).According to URAN-4 observations, there were seasonal–diurnal changes in Cas A/Cyg A flux ratios due to the effects of solar activity on the ionosphere, and there may be no secular decrease in Cas A flux density, or a weak tendency to decrease it. The significant influence of the ionosphere makes it difficult to use Cyg A as a reference source in the decameter radio range. In the centimeter radio range, there were episodic intra-day variations at the level 8–10% of Cas A averaged flux. Additionally, in the period January–February 2021, Cas A flux was about 1.7 times that of Cyg A. Taking into account the observed complex type of secular decrease in Cas A flux against the background of changes in space weather variations, further observations of Cas A were planned at radio observatories in Latvia and Ukraine.

Dynamical model of a clumpy torus in AGNs. Velocity and velocity dispersion maps interpretations.

M. Ishchenko[1], P. Berczik[1,2,3]

[1]Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[2]National Astronomical Observatories and Key Laboratory of Computational Astrophysics of CAS, Beijing, China
[3]Astronomisches Rechen-Institut, Centre for Astronomy of Heidelberg University, Heidelberg, Germany

We have developed the dynamical model of a clumpy torus in an active galactic nucleus (AGN) and compared to recent the Atacama Large Millimeter Array (ALMA) observations. We present N-body simulations of a torus in the field of a supermassive black hole (SMBH), made of up to N = 128k gravitationally interacting clouds. As initial conditions, we choose random distributions of the orbital elements of the clouds with a cut-off in the inclination to mimic the presence of wind cones produced at the early AGN stage. When the torus reaches an equilibrium, it has a doughnut shape. We discuss the presence of box orbits.

We have then constructed the velocity and velocity dispersion maps using the resulting distributions of the clouds at equilibrium. The effects of torus inclination and cloud sizes are duly analyzed.

Finally, we obtain the temperature distribution maps with parameters that correspond to our model velocity maps for NGC 1068. They show stratification in temperature distribution with the shape of the high-temperature region as in the VLTI/MIDI map.

Impact of primordial magnetic field on the emission signals from the dark ages

Yu. Kulinich, B. Novosyadlyj

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

The primordial magnetic field can heat the baryonic gas of early Universe due to the ambipolar diffusion and decaying turbulence. We study the impact of this heating mechanism on the kinetics of chemical reactions and

collisional activation of low rotational levels of molecules in the Cosmic Dark Ages. The minimal set of chemical reactions was used in the molecular kinetics in a weakly ionized plasma composed of Hydrogen, Deuterium, and Helium atoms and CMB photons. The occupations of low rotational levels were calculated for diatomic molecules H2 and HD and the helium hydride ions, HeH+, taking into account the collisional processes with atoms of hydrogen, protons, electrons in the radiation field of CMB. The emission in the lines of transitions between the lowest rotational levels of the first molecules, H2, HD and HeH+, coming from the Dark Ages epoch is analyzed. It is shown that emission from the first molecules lies in the same frequency range as the CMB and its spectral distortions. The intensity of this emission strongly depends on the primordial magnetic field strength that has the maximum allowed value at the present epoch ~ 3 nG. In this case, flux coming from primordial molecules is comparable to the known CMB spectral distortions that are targets of such planning research missions as FIRAS, PIXIE, PRISM, PRISTINE, Super-PIXIE, and Voyage 2050.

Results of optical BVRI observations and research of AGN PKS 1222+216

K. V. Kulish[1], V. A. Ponomarenko[1], A. O. Simon[1], V. V. Vasylenko[1], I. O. Izviekova[2]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]Main Astronomical Observatory of NAS of Ukraine
kulish.kateryna@gmail.com, vasiliyponomarenko@gmail.com

We present the results of photometric observations and research of blazar PKS 1222+216 with high temporal resolution (30–60 s) in BVRI filters of Johnson/Bessel system. The most observations were performed with the telescope AZT-8 (D = 0,7 m; F = 2.8 m; CCD PL4710-1-BB-E2V) of the observation station Lisnyky of Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv during 2018-2020.

The fluxes of energy from the research object have been turned into visible stellar magnitudes using the standard stars. The substrate, dark current, flat-field were taken into account during processing. Light curves for PKS 1222+216 were plotted and they were examined for the apparent magnitude variations over the observation period. Intraday variability was

investigated too. The variability of color indexes with time was plotted.

Brightness changes were recorded during the observation period. In 2020, for this AGN, we registered a long flash of brightness in all filters. During the flashing, we detected significant changes in color indexes. The correlations between changes of brightness in optical and gamma ranges were detected in addition. The results were verified using standard stars and error estimates.

Interacting dark energy without non-adiabatic instabilities of cosmological perturbations at early epoch

R.G. Neomenko

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

The cosmological model with dark energy non-gravitationally interacting with dark matter is considered. Such model could solve some tensions in cosmology which arised after relise of data on CMB anisotropies and supernova SN Ia. The dark energy equation of state parameter is variable in time, so its evolution can be such tuned that to avoid the non-adiabatic instabilities of cosmological perturbations at the radiation-dominated epoch and to match its current value (which follows from observational data) at the same time. Also the form of phenomenological interaction between dark components can cause that during evolution of these components their energy densities can take the negative values. This behaviour of the model makes some problems in behaviour of cosmological perturbations, so the conditions of positivity of the dark components' energy densities were derived. Using these constraints on model parameters, the evolution of cosmological perturbations for various values of interaction parameter was explored. Also whether this fine-tuned phenomenological model can be achieved within some microscopic model is discussed.

The Cosmic Dawn: the first molecules in the halos and between them

B. Novosyadlyj[1,2], Yu. Kulinich[1], B. Melekh[1], V. Shulga[2,3]

[1]Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine.
[2]Jilin University, Changchun, P.R.China,
[3]Institute of Radio Astronomy of NASU, Ukraine

We study the formation and destruction of the first molecules in the Dark Ages and Cosmic Dawn epochs of the early Universe. The cosmological recombination is described in the framework of the effective 3-level atom, while the molecular kinetics of chemical reactions in the framework of the minimal model for Hydrogen, Deuterium and Helium reaction set. Using the Planck data on reionization of the intergalactic medium at z~6-8 we estimate the upper limits of the light energy density for four models of thermal light sources in the Cosmic Dawn. Assuming that in the halos the light energy density can be essentially higher we estimate the impact of the first light on the formation/destruction of the first molecules. Since collisional processes are important we analyzed such impact for warm and hot halos. Results show that molecules H_2 and HD are destroyed by photodissociation processes shortly before the full reionization in the interhalo medium, in the medium of both types of halos and for all models of the first light considered here. While the number density of HeH^+ molecules illustrate essentially more complicated dependencies on the kinetic temperature of gas in halos and the models of the first light. So, observations of the Dark Ages and Cosmic Dawn halos in the lines of the first molecules may be informative about physical processes at the beginning of first stars and galaxy formation.

On the variation procedure in GR

V.P. Olyeynik

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

The Lagrangian of the gravitational field in GR is the part of the scalar curvature that contains only contractions of Christoffel symbols. The other, divergent part of the scalar curvature is usually not taken into account

because of the boundary conditions. However, Christoffel symbols are not invariant under general coordinate transformations. The contributions from the divergent part of the scalar curvature may be important as for cosmological models as well as for island systems. In this communication, it is shown that in the variation procedure in GR, instead of the metric tensor as a variation tool, it is effectively to use other tools.

In accordance with the rules of tensor analysis, in space-time any tensor of rank "p" can be represented as a p-polylinear combination of any four non-collinear non-coplanar vectors. In a space-time equipped with a coordinate grid, at any point it is possible to introduce a holonomic basis, the vectors of which are tangent to the coordinate lines. If the metric tensor in a finite region of space-time is represented in the form of bilinear combinations of holonomic basis vectors with scalar coefficients, the conjugate basis vectors may contain nonholonomic parts, similar to double vector products in three-dimensional space. Naturally, holonomic and nonholonomic vector fields should have different differential properties.

We represent the metric tensor as a symmetric combination of holonomic and nonholonomic vectors. The standard procedure for determining of Christoffel symbols allows us to establish a tensor identity linking combinations of covariant derivatives of both types of vectors. This means that in Riemannian space, holonomic and nonholonomic fields are closely related to each other. It turned out that the divergent part of the scalar curvature, which is not taken into account in GR, contains currents created by nonholonomic fields.

It is known, that at any point in space-time a complete set of 4x4 matrices includes ten symmetric and six antisymmetric matrices. The metric tensor corresponds to symmetric matrices. Antisymmetric tensor fields of rank II correspond to antisymmetric matrices. It turned out that the currents formed by antisymmetric tensor fields of rank II have the same structure as the currents in scalar curvature. As the result, the variation procedure uses not the components of the metric tensor, but scalar functions that determine the metric tensor on a holonomic basis and scalar functions that determine antisymmetric tensor fields of rank II on the holonomic basis.

We give examples of contributions complementing the Lagrangian of the gravitational field in GR in the spherically symmetric case. Models with proposed additional contributions require careful research.

Results of photometric research of AGN Markarian 501 and Markarian 421

D. A. Orikhovskyi, V. A. Ponomarenko, A. O. Simon, V. V. Vasylenko

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

We present the results of photometric observations and research of two BL Lacertae-type AGN: Mrk 501 and Mrk 421. The observations were performed with the AZT-8 (D = 70 cm, F = 2.8 m) telescope of the observation station Lisnyky of Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv during 2018-2020. The AZT-8 is equipped with the PL4710-1-BB-E2V CCD and broadband Johnson/Bessel UBVRI filter system. The observable fluxes from the Mrk 501 and Mrk 421 with the help of standard stars' fluxes have been turned into visible stellar magnitudes. Light curves for the observational period, and in case of Mrk 421, light curves during one night, were examined for apparent magnitude and color index changes. For Mrk 501, increasing of flux in several filters was detected and for Mrk 421, intranight variability existence was confirmed.

Anisotropic Big Bang, what it could look like?

S. L. Parnovsky

Astronomicall Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

The basis of modern cosmology is a homogeneous and isotropic ΛCDM model. This is due to the fact that we do not observe large-scale anisotropy in the distribution of extragalactic objects, except for the one associated with the large-scale structure. Nevertheless, it is possible that the birth of the Universe during the Big Bang was anisotropic, and everything in the Universe was isotropized in the process of inflationary expansion.

Multimessenger signatures from transient very high energy gamma-ray sources

Y. Pichkurova[1], V. Voitsekhovskyi[1,2], B. Hnatyk[2]

[1]Physical faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

In recent years, revolutionary changes have taken place in astronomy - the registration of gravitational waves and gamma-ray burst from the neutron star binary merger together with detection of 290 TeV neutrino from flaring blazar have opened a new era of multimessendger astronomy. High energy astrophysical processes are accompanied by the acceleration of cosmic rays and their generation of gamma-ray and neutrino emission with a maximum flux in the little-studied multi- TeV range. Interactions of cosmic rays with cosmic microwave background and extragalactic background light produce charged and neutral pions, which in turn are responsible for production of neutrinos and gamma-rays. Due to their neutral electric charge, neutrinos and gamma-rays are not affected by extragalatic and Galactic magnetic fields, so they accurately indicate direction to their sources.

Acceleration of extremely high energy cosmic rays is associated with a number of astrophysical objects, such as active galaxy nuclei, galaxy clusters, gamma-ray bursts , Hypernovae, new-born millisecond magnetars, etc. In this work we analyze the data of multimessenger observation of high-energy neutrinos (E > 200 TeV), detected by IceCube, extremely high energy cosmic rays ($E>10^{20}$ eV), detected by the state-of-the-art ground-based cosmic ray detectors - Telescope Array and Pierre Auger Observatory, and sub-PeV gamma-rays (398 TeV < E < 1 PeV), detected by Tibet AS+MD array. We present the results of search for correlations of arrival directions of high energy messengers with their potential sources – Supernovae/Hypernovae, gamma-ray bursts, magnetars, and galaxy clusters.

Energy and radiation of a highly relativistic spinning particle in Schwarzschild's background

R. M. Plyatsko, M. T. Fenyk

Pidstryhach Institute for Applied Problems in Mechanics and Mathematics of NASU, Lviv, Ukraine

The Mathisson-Papapetrou equations are used for investigations of influence of the spin-gravity coupling on a highly relativistic spinning particle in Schwarzschild's field. It is established that interaction of the particle spin with the gravitomagnetic components of the field, estimated in the proper frame of the particle, causes the large acceleration of the spinning particle relative to geodesic free fall. As a result, the accelerated charged spinning particle can generate intensive electromagnetic radiation when its velocity is highly relativistic. The significant contribution of the highly relativistic spin-gravity coupling to the energy of the spinning particle is analyzed.

X-ray galaxies selected from SDSS

N. G. Pulatova[1], V. Tugay[2], O. Malyi[3], L. V. Zadorozhna[2], and O. Lukina[2]

[1] Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[2] Physical faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[3] Albufeira Astronomy Club, Albufeira, Portugal

We present the sample of 8674 unique X-ray galaxies that were created by cross-correlation of 4XMM-DR9 catalogue with the Sloan Digital Sky Survey (SDSS) DR photometric database DR16. For performing cross-correlation of two catalogues we used TOPCAT software with algorithm SKY (by equatorial coordinates). The maximum distance between X-ray and optical source was chosen 7 arcsec with the reason as it is resolution of XMM-Newton telescopes. In our work we present general properties of the sample of SDSS X-ray galaxies, such as: distribution by coordinates, redshifts as well as X-ray vs optical properties.

The sample can be used as a base for future researches that will be able to lead us for better understanding the X-ray emission in nuclei of galaxies.

Light scalaron as dark matter

Yu. Shtanov[1,2]

[1] Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of NASU, Kyiv, Ukraine
[2]Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

A new cosmological scenario is proposed in which a light scalaron of f (R) gravity plays the role of dark matter. In this scenario, the scalaron initially resides at the minimum of its effective potential while the electroweak symmetry is unbroken. At the beginning of the electroweak crossover, the evolving expectation value of the Higgs field triggers the evolution of the scalaron due to interaction between these fields. After the electroweak crossover, the oscillating scalaron can represent cold dark matter. Its current energy density depends on a single free parameter, the scalaron mass m, and the value m ~ meV is required to explain the observed dark-matter abundance. Larger mass values would be required in scenarios where the scalaron is excited before the electroweak crossover.

Triple Supermassive Black Hole in NGC 6240: observation, simulation and Kozai-Lidov effect

M. Sobolenko[1], P. Berczik[1,2,3], M. Ishchenko[1]

[1]Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[2]National Astronomical Observatories and Key Laboratory of Computational Astrophysics of CAS, Beijing, China
[3]Astronomisches Rechen-Institut, Centre for Astronomy of Heidelberg University, Heidelberg, Germany

Hierarchical merging scenario predicts the supermassive black hole (SMBH) formation via host-galaxies coalescence. Central SMBH binaries are observed at different separations from hundreds pc to mpc. But only several triple SMBH systems were detected.One of them is well-known

coalescence galaxy NGC 6240 which contains spatially (in X-ray) and spectroscopically resolved SMBHB system. Recently new observational spectroscopic and radio data has shown the possibility of presence (or not) of the third SMBH at this galaxy.

Physical model of the system was constructed using observational data and simulated with our direct N-body φ-GPU code. It has allowed us to retrace the evolution from kpc to Mpc scales. We present the set of direct N-body simulations with different particle numbers and randomizations of initial particles positions and velocities. We found the formation of hierarchical triple systems in about 80 percent of systems, when other 20 percent of systems fall apart. In large part of formed hierarchical triple systems we observed the oscillation of eccentricities and inclination between inner and outer orbits, a demonstration of Kozai-Lidov mechanism. This process can be one more solution of a “final parsec” problem in merging BHs systems. Also we made the visualization of merging using real 3d engine library mayavi based on python. Further detailed research of rare dual/multiple BHs in dense stellar environment (based on observations data) can clarify the dynamical co-evolution of central BHs and their host-galaxies.

Thin accretion discs around relativistic configurations with nonlinear scalar fields

O. S. Stashko, V. I. Zhdanov, A. N. Alexandrov

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

We study stable circular orbits (SCOs) of the test bodies around a static spherically symmetric configuration of General Relativity in the presence of a non-linear scalar field (SF). Solutions of the Einstein-SF equations are studied numerically and analytically for a sequence of monomial SF potentials. We show that any solution representing asymptotically flat space-time is uniquely defined by the configuration mass and "charge" defined by asymptotic properties of the field at spatial infinity. The focus is on how nonlinearity of the field affects on qualitative properties of the SCO distributions. A classification of possible SCOs is given. We present images of thin accretion disks, formed by the SCO distributions. For a number of the configuration parameters, the images of these disks look the essentially same as in the case of an ordinary black hole. The solutions of the Einstein-

SF equations have much in common with the case of the Fisher–Janis–Newman–Winicour metric; however, there are qualitative differences in the SCO distributions.

Variations in the optical bands of the extragalactic radio source 3C 84 (Perseus A) at different time scales, from joint observations in Ukraine, Latvia and Slovakia.

A. Sukharev[1,2], M. Ryabov[1,2], V. Bezrukovs[1], O. Ulyanov[1,2], A. Udovichenko[1,3], L. Keir[3], P. Dubovsky[4], I. Kudzej[4], A.Konovalenko[1,2], V. Zakharenko[1,2],
D. Bakun[6], I. Eglitis[5]

[1]Ventspils International Radio Astronomy Centre (VIRAC) of Ventspils University of Applied Sciences, Latvia.
[2]Institute of Radio Astronomy of the National Academy of Sciences of Ukraine (IRA NASU), Kharkiv, Ukraine.
[3]Astronomical Observatory of the Odessa I. I. Mechnikov University, Odessa, Ukraine.
[4]Vihorlat Astronomical Observatory, Humenne, Slovakia.
[5]Baldone Astronomical Observatory of Latvia University, Latvia.
[6]National Space Facilities Control and Test Center, Kyiv, Ukraine.

The extragalactic radio source 3C 84 (also known as Perseus A) is active nucleus of the giant galaxy NGC 1275, which is the largest in the Perseus cluster of galaxies (Abell 426). It is one of the brightest X-ray clusters of galaxies. Nucleus of the galaxy NGC 1275 (Seyfert II type) is a powerful radio source of the Northern sky (spectral flux density at frequency 8 GHz is about 30 Jy). In the radio range, according to various models, a presumed precession of radio source jet, with a period from 40 to 88 years was discovered. At the same time, there is still little information about optical variability of this galaxy. The work shows results of studies fast inter-day variability of 3C 84 in BVRI filters, based on observations at observatories in Ukraine (Mayaki), Latvia (Baldone), and Slovakia (Vihorlat). The telescopes are located in close meridional directions, which makes it possible to carry out quasi-simultaneous observations. The observation sessions were carried out in time interval from October 11, 2020 to April 10, 2021. According to these data, the light curves of 3C 84 assume presence of quasi-cyclic variations with period about 12 - 18 days. Brightness variations with this period are present in the light curves

obtained in both Ukraine and Slovakia. To identify more accurate value of the period, additional observations are required. There is also cyclicality in the data with approximate characteristic time from 30 to 40 days. These are, most likely, harmonics of the "main" period. The data also show long-term trend of relatively slow variability. Very weak wavelike variability was observed on some individual nights according to observations (100 or more frames per night) at the Baldone Observatory (Latvia) in B filter. The minimum characteristic time of variations was about 20 minutes, the maximum was 3 hours. This quite corresponds to results of earlier photometric observations by other authors. Most often, variations in brightness of 3C 84 within individual nights are linear or parabolic trend changes or just noise. Comparison is made, of optical variability, with variability in radio range, according to data obtained at the Ventspils International Radio Astronomy Center (Latvia) at frequency 6.7 GHz. Amplitude of variability in the light curves reaches 0.2 - 0.3 magnitude (amplitude of microvariability is about 0.05 magnitude). They may be consequence as movements of gas-dust clouds located on the periphery of active core NGC 1275.

This work was supported by Latvian Council of Science project "Joint Latvian-Ukrainian study of peculiar radio galaxy “Perseus A” in radio and optical bands. Nr: lzp-2020/2-0121".

Applying machine learning for reconstruction of the topology structure type of dark matter halos

M. Tsizh, B. Novosyadlyj,

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

We perform an analysis of the Cosmic Web as a complex network, which is built on a n-body cosmological simulation. For each of nodes, which are in this case dark matter halos formed in the simulation, we compute 10 network metrics, which characterize the role and position of a node in the network. In particular, we compute degree, average neighbour degree, betweenness, closeness, harmonic, eigenvector and Katz centralities, clustering coefficient, triangles and squares. The relation of these metrics to topological affiliation of the halo, i.e. to the type of large scale structure, which it belongs to, is then investigated. The correlation coefficients between network metrics and topology classes are computed. We have applied different machine learning methods to test the predictive

power of obtained network metrics and to check if one could use network analysis as a tool for establishing topology of the large scale structure of the Universe. The topology type (index) of the halos where taken from [1], where different methods of defining topology of the Cosmic Web where studied and compared. We have established, that gradient-boosted decision tree algorithm gives the best prediction of topology index. Results of such predictions, show that it is not possible to give a good prediction of the topology of Cosmic Web (score is $\approx 70\,\%$ in average) based only on coordinates and velocities of nodes (halos) and network metrics computed basing on them, yet latter ones can give a hint about the topological landscape of matter distribution.

[1] Libeskind N. et al., MNRAS, 473, P. 1195 – 1217 (2018).

Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular spectra

A. Vilkha, M. Kasheba, B. Melekh

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

Nowadays, the most effective method to determine element abundances in nebular environments from the observed ionic abundances is using ICFs (Ionisation Correction Factors). Usually, analysing optical spectra by diagnostic correlations we can obtain information about ion abundances. But, by this method we can get abundances only of observable ionisation stages. Thus, to get complete chemical abundances we need to take into account the unobserved ones too. At this point we use Ionisation Correction Factors (ICFs). ICFs are usually derived from the photoionisation models. Therefore, results obtained by them depend from the adequacy of models used to get them. That is the reason why testing these factors is very crucial for assuring or disproving the results of many research works. Many modern astrophysicists have used this method to get abundances. A lot of them have used ICFs from the PyNeb Python library. In our work we have used these ICFs to get chemical abundances from our models. Our photoionisation models of planetary nebulae were calculated along their evolutionary tracks of their nuclei. The modelling spectra as well as our results of synthetic photometry in IR were checked on the reproducing of the observed optical emission line spectra, as well as results of the photometric observations on IR space telescopes. We used these models to check the above ICFs on the reproducing of the chemical compositions

assumed in models. As a result, we are giving recommendations of using each of the above ICFs to determine the chemical compositions in real planetary nebulae.

Gamma-ray and neutrino emission from galaxy clusters

V. Voitsekhovskyi[1,2], R. Hnatyk[2]

[1]Physical faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Galaxy clusters are the largest and most massive gravitationally bound objects in the large-scale structure of the Universe. Due to keV temperatures of virialized gas in the intracluster medium and presence of cosmic rays, galaxy clusters are effective sources of thermal X-ray radiation and non-thermal leptonic (synchrotron) radio emission. Galaxy clusters are also store-rooms for hadronic cosmic rays, but non-thermal hadronic gamma-ray emission (mainly, due to pp-collisions and subsequent neutral pion decay) from galaxy clusters has not been detected yet.

In this work we simulate the expected non-thermal hadronic gamma-ray and neutrino emission from two close massive galaxy clusters: Hercules cluster (A2151, redshift z=0.037) and Coma cluster (A1656, redshift z=0.023) and estimate a perspective of detection of this emission by existing (Fermi-LAT, LHASSO, IceCube) and planned (CTA, IceCube-Gen2) ground-based and space-born detectors.

Cosmological scalar field and the Hubble parameter

V.I. Zhdanov[1], A.N. Alexandrov[1], O.S. Stashko[1,2]

[1] Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2] Physical faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

We consider the homogeneous isotropic Universe filled with a dynamic dark energy in a form of a scalar field (SF) and, possibly, cold dark matter.

For a known SF potential, the Friedmann equations are reduced to a system of equations for the Hubble parameter $H(z)$ and SF as functions of the redshift z. Inversely, knowledge of $H(z)$ allows us to get the SF potential for a known cold matter content. We analyze when the accepted model mimics the dependence $H(z)$ derived in the framework of the other models, e.g., hydrodynamic ones. Some examples of this mimicry are considered, in particular, when $H(z)$ corresponds to a hydrodynamic cosmological model with two main components: cold (with zero pressure) matter and a hydrodynamic component with a non-zero equation of state parameter w (either positive or negative). For both signs of w the SF potential is a monotonically increasing function typically with asymptotically exponential behavior. We numerically estimated simple approximate forms of the SF potential to fit hydrodynamic models with w from interval [-0.2,0.2] for different contributions of the dark matter components.

Hubble parameter in the *f*(*R*)-gravity.

V.I. Zhdanov[1], O.S. Stashko[1,2]

[1] Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2] Physical faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

There are a number of approaches to the famous “Hubble tension” problem, which modify the cosmological equations and correspondingly Hubble parameter $H(z)$ in order to relieve the contradiction between the “early” and “late” Hubble constants. In this view, we consider the $f(R)$– gravity and discuss how to choose $f(R)$ on account of observational data. The equation is obtained that enable us to derive $f(R)$ for given dependence $H(z)$ as a function of redshift z. The problem is reduced to a second order differential equation. In particular, the condition is derived for $f(R)$ to mimic the observable quantities of the standard cosmological model. Also, we consider the inverse problem of how to find $H(z)$ for given $f(R)$; we present analytic result for $f(R)$ that slightly deviates from the General Relativity form.

Gravitational potentials in the Lattice Universe with the cubic topology

A. Zhuk[1], M. Eingorn[2], E. Canay[3], J. M. Metcalf [2], M. Brilenkov [4],

[1]Astronomical Observatory of Odessa I.I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine
[2]Department of Mathematics and Physics of North Carolina Central University, Durham, USA
[3]Department of Physics of Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey
[4]Institute of Theoretical Astrophysics of University of Oslo, Oslo, Norway

We study the effect of the cubic torus topology TxTxT of the Universe on the gravitational potential which is generated by point-like massive bodies. Taking into account the relativistic effects of General Relativity, we obtain three distinct expressions for the solutions. The first solution includes the expansion of delta-functions into Fourier series, exploiting periodic boundary conditions. The second one is composed of summed solutions of the Helmholtz equation for the original mass and its images. Each of these summed solutions is the Yukawa potential. The third alternative solution for the potential is formulated via the Ewald sums method applied to Yukawa-type potentials. We show that, for the present Universe, the formulas involving plain summation of Yukawa potentials are preferable for computational purposes, as they require a smaller number of terms in the series to reach adequate precision.

Багатоканальна астрономія у 2030-х роках: синергія обсерваторій

О. Сергієнко

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

Ми обговорюємо перспективи багатоканальних досліджень транзієнтів у 2030-х роках в контексті синергії спостережень гравітаційно-хвильових, нейтринних, рентгенівських та гама-обсерваторій.

Загальна умова відсутності неінваріантної особливості у безсиловій електродинаміці у координатах Бойєра-Ліндквіста

В. О. Пелих, Ю. В. Тайстра

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

Ізотропний однонапрямлений розв’язок рівнянь Максвелла в просторі Керра із ізотропним чотири-вектором струму як джерелом містить довільну функцію двох інтегралів системи і в цьому розумінні є загальним. При побудові теорії Бланфорда-Знаєка генерації джетів від чорних дір на основі безсилової електродинаміки (FFE) за тих же припущень про ізотропність поля і струму задача розв'язується у зворотній бік – основною шуканою функцією є струм. Menon і Dermer у 2009 р. вперше отримали частковий розв’язок задачі. Brennan, Gralla, Jacobson запропонували алгоритм отримання загального розв’язку, зауваживши при цьому “…we see no physical reason forbidding the realization of a null force-free solution”. Розв'язки FFE у роботах Menon і Dermer та Brennan, Gralla, Jacobson, як і розв’язки прямої задачі, отримані нами, мають тривіальну неінваріантну особливість у точках $\theta = 0$ і $,\theta = \pi$ тому є локальними і фізично змістовними поза віссю обертання, що неодноразово підкреслювався, починаючи з Картера, підтверджувалася Коннорсом, Піраном і Старком, Фроловим і Зельніковим, Єзєрським і Смолкою. Зауважимо, що існування особливості у локальних ортонормованих базах (Кіннерслі, Картера чи будь-яких інших) є наслідком нетривіальності векторного розшарування над топологічною сферою згідно з теоремою Пуанкаре. Brennan, Gralla, Jacobson виявили, що координатна особливість на осі обертання може зникнути у випадку порушення аксіальної симетрії ізотропним струмом, навіть, у координатах Бойєра-Ліндквіста і запропонували відповідний частковий розв’язок. Ми отримуємо загальну умову відсутності особливості на осі обертання та отримуємо її реалізацію з довільною функцією від інтегралів системи і доводимо, що також у випадку аксіально-симетричного розподілу заряду особливість на осі обертання можна усунути за рахунок спеціального вибору довільної функції. Розв’язок з такою умовою описує конфігурацію поля і плазми, які поширюються від чорної діри на ізотропну нескінченність майбутнього.

АСТРОМЕТРІЯ І МАЛІ ТІЛА СОНЯЧНОЇ СИСТЕМИ

ASTROMETRY AND SMALL BODIES OF THE SOLAR SYSTEM

Peculiar polarization of Jovian satellite Europa and its interpretation

V. K. Rosenbush[1,2], N. N. Kiselev[2,3], K. Muinonen[4,5], L. O. Kolokolova[6], A. A. Savushkin[3], N. V. Karpov[7]

[1]Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2]Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[3]Crimean Astrophysical Observatory, Nauchnij, Crimea
[4]Department of Physics, University of Helsinki, Helsinki, Finland
[5]Finnish Geospatial Research Institute FGI, National Land Survey, Masala, Finland
[6] University of Maryland, USA
[7]International Center for Astronomical, Medical and Ecological Research, Peak Terskol Observatory, Ukraine

Unpolarized sunlight gets polarized when is scattered by a planetary surface. The degree of polarization of the scattered light is very sensitive to the size, composition, structure, and packing of the scattering particles. As a consequence, measurements of the intensity and polarization of scattered light as functions of the phase angle and wavelength have been used to get an improved understanding the microphysical properties of the surfaces of many Solar System bodies. The phase curves of brightness and polarization and their spectral dependences are controlled by the light-scattering mechanisms and connected with the physical properties of the scattering media which can be revealed by modeling the light scattering by the dust or regolith.

A nonlinear increase of brightness at small phase angles and a negative branch of polarization (NPB) are inherent for most of Solar System bodies. Phase-angle dependence of negative polarization for different bodies can be manifested either as: i) a wide, almost parabolically shaped NPB with the minimum near $5-12°$ (e.g., as for asteroids or comets); and/or ii) sharp asymmetric surge of negative polarization for some high-albedo objects with the minimum at about $0.5-2°$, named as the polarization opposition effect (POE). These opposition phenomena are important tests of the theoretical descriptions of light scattering by regolith planetary surfaces.

Recently we established the most accurate shape of the NBP for Jupiter's moon Europa in the UBVRI bands. It appeared that Europa’s NBP is not bimodal with a deep and narrow and broad and shallow overlapping NPBs

(Rosenbush et al. 2015), but is represented as a sharp asymmetric curve with a single minimum $P_{\min} \approx -0.3\%$ at phase angle $\alpha_{\min} \leq 0.4°$ and inversion point (the angle where polarization changes from negative to positive) at ~ 6.5°. Such NBP is evidently formed by the coherent backscattering mechanism caused by the constructive interference of timereversal trajectories of light multiply scattered in a particulate surface at small phase angles.

Using the radiative transfer coherent-backscattering (RT-CB) modeling technique by Muinonen et al. (2015), we estimated the size of icy particles on the surface of Europa ~20 microns and porosity ~70%. Extending the wavelength range to longer wavelengths, where the coherent backscattering should be even more pronounced, opens new opportunities to study characteristics of icy surfaces of cosmic bodies.

Rosenbush, V., Kiselev, N., Afanasiev, V. 2015. Icy moons of the outer planets. In: *Polarimetry of Stars and Planetary Systems*. (Eds. L. Kolokolova, J. Hough, A-Ch. Levasseur-Regourd), Cambridge University Press, pp. 340-359.

Muinonen, K., Penttilä, A., Videen, G. 2015. Multiple scattering of light in particulate planetary media. In: *Polarimetry of Stars and Planetary Systems*. (Eds. L. Kolokolova, J. Hough, A-Ch. Levasseur-Regourd), Cambridge University Press, pp. 117-129.

Photo-polarimetric properties of the dust in distant comets C/2014 A4 (SONEAR) and C/2011 KP36 (Spacewatch)

O. Ivanova[1,2,3], V. Rosenbush[2,3], I. Luk'yanyk[2], L. Kolokolova[4], V. Kleshenok[2], N. Kiselev[3], V. Afanasiev[4]

[1]Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovak Republic
[2]Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[3]Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences, Ukraine
[4]University of Maryland, USA
[5]Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Russia

In our study, we consider the comets we call "distant comets," i.e. the comets that have the perihelion distance larger than 4 au and are active at

this and larger heliocentric distances. This presentation is focused on photopolarimetric studies of two distant comets C/2014 A4 (SONEAR) and C/2011 KP36 (Spacewatch). The first comet (A4) was observed in November 2015, when its heliocentric distance was 4.21 au and phase angle ~5 deg.; comet KP36 was observed at heliocentric distance 5.06 au at phase angle 9.57 deg. In both cases, the observations were performed at the 6m BTA telescope (SAO RAN) with instrument Scorpio-2. This allowed us to produce polarimetric and photometric maps of the coma of those comets. The color and polarization of the comets showed some similarity, e.g. they both had rather red color equal to ~0.8 near the nucleus, and negative polarization, that significantly exceeded that usually observed in comets: for comet A4, it ranged from -2% to -8% and for comet KP36 it varied for, -2% to -4%. However, the comets had a different behavior of their photopolarimetric characteristics: polarization of A4 became twice more negative with the distance from the nucleus whereas polarization of KP36 did not show any cometocentric trends irregularly varying between -2% and -4%. The color of A4 changed slowly from 0.8 to 0.4 at distances of about 20000 km, whereas the color of KP36 dropped from 0.8 to 0.4 at the first thousand km, and then kept this value. Our modeling showed that the observations can be explained by the domination of particles in a micron-sized range made of or covered by water ice and tholin-like organics. The observed trends can be caused by the sublimation of the materials and fragmentation of the particles characterized by the different rates for different comets.

The Tess light curve database as a power tool to study extrasolar comets

Ya. Pavlenko, I. Kulyk, M. Vasylenko, P. Korsun, D. Dobrycheva, O.Shubina

The Main astronomical observatory of the National academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Modern theories of the planetary system formation predict large population of planetesimals and dust inside the debris disks, as well as their important role in both dynamical and physical evolution of the planetary system. Currently, the Kepler and TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) space mission observe many stars with the confirmed exoplanet systems. High-quality light curves collected by these space missions potentially make possible the identification of some specific variations in

the star brightness caused by the passage of a comet-like body over the star's disk. Sophisticated methods of the data processing and analysis of the brightness curve shapes should be developed to solve the problem because of the vast data sets and the very weak manifestation of this physical phenomenon. We report some preliminary results of light curve processing aiming to identify the minima in the star brightness from the TESS pipeline data collected in the MAST (Mikulski Archive for Space Telescopes) database. We discuss applying the deep learning methods for the morphological classification of brightness minima to discriminate two different phenomena – exoplanet and exocomet transits. In order to train the model, we use the two different samples, i.e., the light curve profiles caused by the confirmed exoplanet transits from the TESS data base and the simulated theoretical profiles, which could be observed given that the transit caused by a comet. The latter is calculated using the Monte-Carlo approach to model the exocomet dusty tails taking into account certain physical and orbital comet characteristics based on our knowledge of Solar system comet properties.

Scientific Ukrainian meteor observation network (UAMON)

A. Golubaev[1], A. Vidmachenko[2], O. Shulga[3], M. Kulichenko[3], F. Bushuev[3], N. Kaliuzhnyi[3], Y. Gorbanev[4], A. Mozgova[5], P. Kozak[5], S. Savchuk[6], L. Yankiv-Vitkovska[6], Y. Sumaruk[7], B. Hrudynin[8], A. Andreev[9], E. Malynovskyi[9], S. Kolomiyets[10]

[1]Institute of Astronomy of V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
[2]Main Astronomical Observatory of NASU, Kyiv, Ukraine
[3]Mykolayiv Astronomical Observatory, Mykolayiv, Ukraine
[4]Astronomical Observatory of Odessa National University, Odessa, Ukraine
[5]Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[6]Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
[7]Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of the Ukraine, Kyiv, Ukraine
[8]Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Hlukhiv, Ukraine
[9]Rivne Minor Academy of Sciences, Rivne, Ukraine
[10]Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

The development of meteor astronomy in modern Ukraine is considering. The specificity of meteor observation methods requires, first of all, the organization of a network of corresponding observation points. To achieve this goal, it is proposed to combine the scientific and technical capabilities of participating organizations in the form of the Ukrainian Meteor Observation Network (UAMON). UAMON is a set of two or more permanent observation stations located on the territory of Ukraine, which have the hardware and software for basic and one-sided observations of meteors in different wavelength ranges and conducts such observations. UAMON solves strategic problems of meteor research, structure and evolution of meteor streams and showers, interaction of meteoroids with the Earth's atmosphere and their chemical composition. The scientific and technical products of UAMON stations are the results of high-precision basic or one-sided observations of meteors in different wavelength ranges, fundamental and applied scientific and technical research.

Estimation of GEO orbital elements accuracy based on optical observations at RI "MAO"

M.O. Kulichenko, V.F. Kryuchkovskiy, N.V. Maigurova, O.V. Shulga

Research Institute "Mykolaiv astronomical observatory", Mykolaiv, Ukraine

Continuous monitoring of artificial space objects needs periodical control of quality of observational data. Estimation of internal accuracy allows to exclude outliers and control observational conditions. For artificial satellites it is also possible to compare observational data and calculated orbital elements with precise data which provided by International Laser-Ranging Service (ILRS) or Global Navigation Satellite System (GNSS). Such comparison allows to detect problems with time synchronization, estimate systematic errors etc.

Research Institute "Mykolaiv astronomical observatory" performs regular observations of artificial satellites on different orbits using several telescopes and forms catalog of their orbital elements in TLE format. Orbital elements calculation software developed in Astronomical observatory of Odessa national university.

In 2020 observations of 149 geostationary satellites (GEO) were carried out at RI "MAO" using Fast Robotic Telescope (F=1500 mm, D=280 mm, FOV=1.4°×1.4°). Time synchronization is provided with GPS Resolution-T

receiver with RMS ±40 ns. All the observations were made using the combined-observation method. Total amount of measured positions were 48527. The (O–C) positions were calculated with respect to the computed orbit. The mean square error of observations of the GEOs in the magnitude range $(9–14)^m$ was ±0.5″ by right ascension and declination. Computed orbital elements were compared with precise ILRS data. Differences between corresponding geocentric cartesian positions are approximately dX=0.7 km, dY=0.8 km, and dZ=1.6 km.

Походження люків Кірквуда та фізичні умови в ранній Сонячній системі.

А.М. Казанцев, Л.В. Казанцева

Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Проблема походження люків Кірквуда в поясі астероїдів залишається не вирішеною вже понад 150 років. В даній доповіді запропоновано реальний механізм походження люків.

З каталогу Міжнародного центру малих планет на 31.05.2020 р. відібрані астероїди з абсолютними зоряними величинами $H < 16^m$ на резонансних орбітах в сумірностях з Юпітером 3:1, 5:2 та 2:1. Саме тут розташовані найбільш виражені люки. Виконані чисельні розрахунки еволюції орбіт відібраних астероїдів на сотні тисяч років. В сумірностях 3:1 та 5:2 для всіх орбіт існує можливість зростання ексцентриситетів до величин, достатніх для зближень тіл з Марсом. Це може пояснити існування люків в даних сумірностях. В сумірності 2:1 помітного зростання ексцентриситетів орбіт не виявлено.

Встановлено, що існуючі на сьогодні астероїди в резонансі 2:1 є уламками батьківських тіл сусідніх з люком сімейств астероїдів. Ці тіла перебувають в люку від 2.4 до 3.8 млрд. років. Розміри майже всіх тіл менші 10 км. Ексцентриситети резонансних орбіт $e > 0.50$ можна пояснити дією лише ефекту Ярковського. Для тіла розміром 5 км час зростання ексцентриситету орбіти від 0.15 до 0.50 становить понад 1 млрд. років. Таким чином, утворення люку в сумірності 2:1 можна пояснити дією негравітаційних ефектів (НГЕ).

Аналіз розподілу орбіт в околі резонансу 2:1 вказує, що до попадання в люк уламків сімейств з нього вийшли щонайменше кілька десятків астероїдів розмірами в кілька десятків кілометрів. Такий вихід

був можливий лише завдяки дії НГЕ. Тобто фізичні умови в ранній Сонячній системі істотно відрізнялися від сучасних. Причому, ті фізичні умови сприяли значно потужнішій дії НГЕ, порівняно з сучасною дією.

Один із факторів потужнішої дії НГЕ в ранній Сонячній системі могла бути значно більша інтенсивність сонячної радіації в ті часи. Подібне припущення знаходить підтвердження як за характером еволюції зір типу Сонця, так і за хімічним складом метеоритів.

Виявлення дії припливних сил у верхній атмосфері за метеорними спостереженнями

А.М. Казанцев, Л.В. Казанцева

Астрономічна обсерваторія
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Припливні сили з боку космічних тіл діють не лише в океані чи земній корі, а й в атмосфері. Їхня дія переважно проявляється у верхніх шарах атмосфери, на висотах понад 100 км.

Рух речовини під дією припливних сил направлений у напрямку рівнодійної припливних сил Місяця та Сонця. У фазі припливу рівнодійна направлена вниз відносно горизонту (під різними кутами). У фазі припливу – вгору відносно горизонту.

Величина рівнодійної в атмосфері зростає із збільшенням висоти на поверхнею. Тому вищі шари повітря під дією припливних сил рухаються швидше за нижні. На висотах понад 100 км повітря настільки розріджене, що взаємодія між молекулами повітря практично відсутня. У фазі відпливу на певних висотах має бути збільшення густини повітря за рахунок опускання вищих шарів. Такі зміни густини повітря неможливо зареєструвати з поверхні. Адже при цьому не змінюється ні атмосферний тиск біля поверхні, ні оптична товща повітря.

Зміни густини у верхній атмосфері можна виявити за метеорними спостереженнями. У фазі відпливів має реєструватися більше метеорів з великими висотами появи. Даний висновок підтверджується аналізом висот появи метеорів від 120 до 145 км за метеорними каталогами об’єднаної Європейської бази EDMOND.

Збільшення густини повітря на висотах 120 – 145 км у фазі відпливів має викликати зменшення густини атмосфери на значно

більших висотах, що може позначатися на русі космічних апаратів на низьких орбітах.

The current state of observations of star occultations by small bodies of the solar system in Ukraine

V.V. Kleshchonok[1], V.L.Karbovsky[2], M.V. Lashko[2], M.I. Buromsky[1]

[1] Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2] Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

A description of the problems that can be solved by observing the occultation of stars by small bodies of the solar system of points is given. To observe the stellar occultations at the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, together with the Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, a hardware and software complex was created for working on long-focus telescopes. The complex uses a high-sensitivity CCD camera Apogee Alta U47 in the Time Delay Integration (TDI) mode. The complex also includes a focus reducer with a block of light filters. The complex can be used on the telescopes AZT-2 of the GAO and AZT-14 of the Lisnyky observation station. A mobile complex was also made based on the Newton system telescope (D = 153 mm, F = 1200 mm) and the Sky-Watcher EQ-5 computerized mount with the GOTO system for organizing field observations. The value of pavement observations is greatly increased by using multiple observation points. The construction of a group of observers of the occultations of Ukraine has begun for this purpose. The group includes observers from the Odessa Astronomical Observatory. The Ritchie-Chretien telescope OMT-800 (D = 800 mm, F = 2134 mm) with the CCD camera QHY174M GPS station Mayaki and the Schmidt telescope (D = 271.25 mm, F = 440 mm) with the camera "VIDEOSKAN-415- 2001" station Kryzhanivka is used to observe occultations. The group also includes several amateur observatories. Among them are stations in urban village Petrivka, Odessa region, Lozivska school astronomical observatory, Ternopil region, private astronomical observatory L33, Ananyiv, Odessa region. A description of the equipment used at these observation points is given. Several examples of the observation of occultations by this group are also given.

Optical NEO observations in NSFCTC

O. M. Kozhukhov, S. V. Rishchenko, T. O. Dementiev, V. L. Pasatetskiy, T.A. Bezluschenko, Y.V. Tanasiychuk, M.V. Reshetov, Y.V. Shevchuk, O.V. Kravchenko, D.M. Kozhukhov, V.M. Mamarev, A.P. Ozeryan, V.I. Prysiaznyi.

National Space Facilities Control and Test Center, Kyiv, Ukraine

Optical observations of NEO began at the National Space Facilities Control and Test Center Center in 2009 on the AZT-8 telescope (MPC code B17, 0.7 m, f/4) and continued until 2013. A new stage of observations began in 2017 after the modernized AZT-28 telescope (Zalisci village, Khmelnytskiy region) received MPC code L18. After occasional observations in 2017 and 2018, in 2019, regular observations of NEO began, including follow-up of a new NEO discoveries. Initially, observations were made on the wide-field lens of the AZT-28 telescope (0.3 m, f/1), and then the main role was played by a new Newtonian telescope (0.5 m, f/3.8). The report presents the results of observations from 2009 to May 2020.

Рекомендації щодо розміщення базисних відеокамер для отримання максимально точних координат динамічних атмосферних об’єктів

П.М. Козак[1], Л.В. Козак[2]

[1]Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
[2]Кафедра астрономії і фізики космосу фізичного факультету, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

В даній роботі розглядається проблема оптимального розміщення двох відеокамер для проведення вимірювань з максимальною точністю. Досліджується вплив на точність обчислення радіус-вектора та вектора швидкості динамічного об’єкта в атмосфері та ближньому космосі від таких вхідних величин як просторова та часова роздільна здатність відеокамер та точність їх заданих геодезичних координат. Виведено формулу для обчислення відносної похибки визначення дальності до об’єкта у величинах базисної відстані. Для обчислення

похибок використовується моделювання прямої задачі із застосуванням методу Монте-Карло. На основі розрахунків отримано тривимірний розподіл похибок обчислення координат динамічного об'єкта. У якості прикладу наведено застосування методу при розрахунках кінематичних характеристик метеорів. Показано, що розподіл похибок обчислення координат радіанта метеора має еліпсоїдальний вигляд, і розміри зони похибки суттєво більші ніж похибки вимірів окремих кутових координат на траєкторії об'єкта. Надаються рекомендації щодо вибору базисної відстані між камерами для обчислення координат об'єктів розміщених на заданій висоті. Обговорюються сфери застосування отриманих результатів в областях астрономії, геофізики та фізики атмосфери, авіації, системах комп'ютерного зору.

Обчислення кінематичних та фотометричних характеристик яскравого світного об'єкта зареєстрованого в надскладних спостережних умовах

П. М. Козак[1], Ю. Є. Злочевський[2], С. В. Старий[3], О. Б. Стеля[4]

[1]Астрономічна обсерваторія, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
[2]Київський астрономічний клуб "Астрополіс", Київ, Україна
[3]Інститут фізики напівпровідників імені В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна
[4]Факультет комп'ютерних наук та кібернетики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Робота присвячена методам кінематичної і фотометричної обробки та отриманим обчисленим характеристикам яскравого атмосферного динамічного об'єкта, зареєстрованого у серпні 2020 року побутовими відеокамерами в дуже складних спостережних умовах. В полі зору однієї з відеокамер встановлених у м. Вишневе Київської області, яка зареєструвала болід або фрагмент космічного сміття майже повністю, був присутній лише майже повний Місяць -10.95 зоряної величини (також Марс поряд Місяця), який давав надзвичайно яскраву засвітку по всьому полі зору та задавав велике значення шуму фону неба. Також були присутні більше десятка артефактів – гарячих пікселів, в той час як зір візуально видно не було. Інша стаціонарно встановлена побутова відекамера розміщена в м. Київ з полем зору біля 100 градусів виділяла лише невелику частину неба, а інша частина була закрита кроною

дерев – і зображення об’єкта було зареєстроване лише в кількох прогалинах листя. Тим не менш через унікальність даного явища було вирішено спробувати здійснити обробку результатів спостережень.

При обробці кадрів камери з повною траєкторією боліда було застосовано спеціальний вивід зображень на екран послідовно в різних динамічних діапазонах, що еквівалентно поетапній максимізації контрасту передачі зображення на екран монітора. В результаті такого підходу та спеціальним алгоритмам було відшукано та ототожнено 45 опорних зір, найслабші з яких були +5.4..+5.7 зоряних величин. При обчисленні екваторіальних координат положень світного об’єкта було застосовано редукційну модель квадратичного полінома. В результаті односторонньої обробки були отримані наступні результати: об’єкт рухався більше 12 с та мав кутову довжину більше 60 градусів; максимальна кутова швидкість була порядка 7.4 градусів за секунду; блиск космічного тіла варіювався в межах -5.5..-8.5 зоряної величини. Наявність в полі зору точки максимального зближення об’єкта із спостерігачем дозволила обчислити за односторонніми спостереженнями координати радіанта: пряме сходження та схилення видимого радіанта об’єкта було 272.0 та -0.8 градусів відповідно. Усі проведені односторонні обчислення не дозволили однозначно ідентифікувати об’єкт як метеороїд, або уламок космічного сміття.

Одностороння обробка результатів спостереження отриманих іншою камерою була побудована на факті нерухомості камери з одного боку, та послідовної наявності в кадрах протягом наступного місяця – вересня – зображень Місяця і Марса – з іншого. Було запропоновано підхід, який дозволив обчислити екваторіальні координати точок на траєкторії світного об’єкта на базі більше 70 положень Місяця та Марса, в тому числі і навколо об’єкта. Отримана кутова довжина видимої ділянки траєкторії склала біля 15 градусів.

Обидві траєкторії об’єкта для демонстрації було нанесено на небесну сферу. Базисна обробка була серйозно утруднена відносно малим рознесенням камер – базисною відстанню, та тим фактом, що обидві камери були направлені на південь де і пролітав світний об’єкт – з заходу на схід. Рознесення великих кругів на небесній сфері було дуже малим, а великі похибки визначення координат перетворили задачу на некоректно поставлену. Для обчислення кінематичних параметрів об’єкта використовувалися елементи регуляризації. Оцінені в результаті базисної обробки кінематичні параметри порівнювалися з відповідними параметрами отриманими з односторонньої обробки.

Kinematic parameters of video meteors and lines identification in the emission spectra

Mozgova[1], A. Golubaev[2]

[1] Astronomical Observatory, Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv, Ukraine
[2] Institute of Astronomy of V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Since 2019 Chuguyev Observation Station of the Institute of Astronomy of V.N. Karazin Kharkiv National University employs high-sensitivity video cameras to monitor meteors and fireball activity over Kharkiv region and neighboring areas. These allow us to obtain kinematic parameters for multi-station events and, when combined with diffraction gratings, also provide information about the chemical composition of the corresponding meteoroids. In this context, we analyze here the emission spectrum, kinematic parameters of video meteors observed in August 2019 and 2020.

Monitoring of morphology and color of the comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1

A. Voitko[1], O. Ivanova[2, 3, 4], M. Husárik[2]

[1]Pavol Jozef Safarik University in Kosice, Kosice, Slovak Republic
[2]Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Tatranska Lomnica, Slovak Republic
[3]Main Astronomical Observatory of National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine
[4]Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University in Kyiv, Kyiv, Ukraine

Comet 29P/Schwassmann-Wachmann 1 (hereafter 29P) is a well-known active Centaur, which is famous by its outburst activity. We present results of observations of the comet 29P performed in August-October of 2018 using 61-cm Newtonian reflecting telescope at Skalnaté Pleso Obseravtory of Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences. A relatively wide range of our observations of the comet contains both dormand and an outburst phase. The observations have been performed using V and R broadband filters from the Johnson-Cousins photometric system.

Using the results of these observations we have calculated the *Afρ* parameter, as a characteristic of dust production rate, color indices, and performed the analysis of coma morphology using some digital filters. Significant changes of *Afρ* values and color indices have been received. We have compared our findings with those in the literature and they are consistent with them.

Дослідження екзопланет TrES-3b, Kepler-17b, Qatar-1b та Qatar-2b методом транзитної фотометрії

А. Нагурна, М. Соломаха, О. Баранський, М. Лободенко.

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Представляємо результати дослідження транзитів чотирьох екзопланет TrES-3b, Kepler-17b, Qatar-1b та Qatar-2b. Спостереження отримували протягом чотирьох ночей (з 2 по 24 квітня 2021 р.) за допомогою 70-см телескопа-рефлектора АЗТ-8 Спостережної станції Лісники АО КНУ ім. Т. Шевченка (Київ, Україна). Фотометричне опрацювання результатів спостереження проводили за допомогою програми Muniwin. Отримані криві блиску транзитів а також значення параметрів: глибини затемнення його тривалості і моменту середини транзиту опублікували в міжнародній базі Exoplanet Transit Database (ETD) http://var2.astro.cz/tresca/transit-detail.php?id=1617702954&lang=cz, http://var2.astro.cz/tresca/transit-detail.php?id=1619643703&lang=cz, та порівняли з результатами інших обсерваторій. Точність і якість наших спостережень за шкалою бази даних EDT становила від 1 до 3.

Для екзопланет TrES-3, Kepler-17, Qatar-1 отримані результати добре узгоджуються з ефемеридними даними тоді як для Qatar-2b спостерігається чіткий тренд зменшення значення O-C. Додатково використовуючи метод варіації часу транзиту (TTV) ми встановили наявність можливого гравітаційного впливу на орбіту екзопланети Qatar-2b іншого масивного астрономічного об'єкту. Це дозволяє стверджувати, що припущення про існування планети Qatar-2c, висунуте в статті Bryan (2011) справедливе.

Астрометрія та фотометрія астероїда троянця Hektor (624)

А. Касянчук[1], О. Баранський[1], П. Корнійчук[2], Н. Семенчук[3]

[1]Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка
[2] Житомирський державний університет ім. І. Франка,
[3] Житомирська міська гуманітарна гімназія № 23

Оскільки NASA планує космічну місію “Люсі” до астероїдів троянців, то порівняльна наземна та космічна фотометрія є важливою для калібровки подальших наземних фотометричних спостережень. У жовтні 2020 р. ми спостерігали астероїд Hektor 624 за допомогою 0.7-метрового (f/4) рефлектора AZT-8 та ПЗС камери FLI PL-4710 спостережної станції Лісники (MPC 585). Протягом двох ночей отримано 147 знімків, з яких 93 відібрали для астрометричних і фотометричних вимірювань.

Орбіту Hektor 624 і похибки (O-C) для обох координат (RA і Decl.) визначали за допомогою програми Find Orb, об'єднуючи наші власні спостереження зі спостереженнями інших обсерваторій з бази даних MPC за останні 2 роки. Для 2020-10-05 (33 знімки) похибка (O-C) для RA становила: −0.404 ±σ 0.159″, похибка (O-C) для Decl. становила: 0.433 ±σ 0.182″, відповідно 2020-10-14 (60 знімків) похибка (O-C) для RA становила 0.082 ±σ 0.092″, похибка (O-C) для Decl. становила 0.346 ±σ 0.055″. Для надсилання у базу даних MPC відбрали спостереження з похибками O-C меншими за 0.5″. Астрометричні спостереження опубліковані в M.P.S. 1351729-30 circular.

На основі даних фотометричних вимірювань були розраховані фізичні параметри Hektor 624, а саме: видимий блиск (середнє значення 2020/10/05 – 14.00m та 2020/10/14 – 13.76m), абсолютний блиск (середнє значення 7.92m). Через обертання астероїда, який має видовжену форму його видимий діаметр зменшувався в діапазоні 220–194 ± 28 км (2020-10-05); відповідно 2020-10-14, зменшувався в діапазоні 241–185 ± 28 км. Геометричне альбедо становило 0,021 - 5 жовтня і 0,024 - 14 жовтня, показник кольору для двух ночей становив 0,51, а температура поверхні - 119,7К. Наші результати фізичних параметрів добре узгоджуються з результатами інших дослідників з бази даних «Asteroids with Satellites Database-Johnston's Archive».

Photometry of comet C/2017 M4 (ATLAS) at heliocentric distance 4.18 au

I. Luk'yanyk[1], O. Ivanova[123], V. Troianskyi[4], S. Andrievsky[4], M. Andreev[5]

[1] Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovak Republic
[2] Astronomical Observatory, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[3] Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine
[4] Astronomical Observatory, Odessa Mechnikov National University, Odesa, Ukraine
[5] ICAMER, National Academy of Sciences, Kyiv, Ukraine

The observations of comet C/2017 M4 (ATLAS) were conducted 13 and 18 of April 2018 with the 2 m Ritchey-Chretien Telescope (RC) of Peak Terskol Observatory operated by the International Center for Astronomical Medical and Ecological research of the National Academy of Sciences of Ukraine (Terskol, Kabardino-Balkaria, Russia). A focal reducer was mounted at the telescope converting the initial focal ratio to f/2. CCD detector was used resulting in image scale 0".31 per pixel. The heliocentric distance of comet was $r_h \approx 4.18$ au. The images were gathered through the broadband B, V, and R filters of Johnson-Cousins photometric system. All images were reduced using flat and dark frames. To perform an absolute flux calibration of the comet images, the field stars were used. As reference stars were used Solar analogs. The stellar magnitudes of the reference stars were taken from the catalogue UCAC4. UCAC4 is a compiled, all-sky star catalogue covering mainly the 8 to 16 mag range in a single bandpass between V and R. Photometric uncertainty of the catalogue depends on star brightness and is estimated to be from 0.01 to 0.2 mag on average. Photometry was applied using Brian Warner's MPO Canopus software. We used aperture of 11,13,15,17 px. As the results, we obtained color index and Afρ of comet C/2017 M4 (ATLAS).

Simulation of the transport characteristics of the cometary hierarchical near-surface layer

V. Reshetnyk[1,2], Yu. Skorov[3]

[1] National Taras Schevchenko University of Kyiv, Ukraine
[2] Main astronomical observatory of National academy of sciences of Ukraine
[3] IGEP TU, Braunschweig, Germany

The observed activity of comets is due to the sublimation of ices which are located near the surface of the nucleus. The sublimation flow which is passing through the porous non-isothermal dust layer changes its properties such as density and temperature. This gas flow also carries the particles of the non-volatile fraction which are creating dust coma. We have analyzed surface layers consisting of hard spheres of one or two sizes, and/or having inhomogeneities in the form of internal cavities or cracks penetrating the layer. We have also analyzed hierarchical porous layers with a microstructure that is much better consistent with the modern theory of comet formation. There were calculated geometrical properties of the different kind of the layers such as free path distribution and layer's permeability. Using the mean free path length as the main characteristic of the layer structure, we obtained estimates of the effective thermal conductivity taking into account the radiation component and the layer permeability to the gas flow. Using a two-layer thermal-physical model, we analyzed the influence of the model's microparameters on efficient gas production.

Anomalous optical properties of the selected areas on the Ceres and Vesta surfaces.

I. Slyusarev[1,2], V. Kaydash[1,2], V. Rychagova[1], A. Gritsutenko[1], I. Belskaya[1,2], Y. Shkuratov [1,2], V. Shevchenko[1,2]

[1]Department of Astronomy and Space Informatics, V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
[2]Institute of Astronomy, V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

The phase-ratio method is well known tool for estimation the optical roughness of lunar regolith. This method is based on distinguishing two

most significant factors that formed the shape of the phase function of brightness. The slope of the phase function f(α) of a regolith-like surface strongly depends on its albedo and texture. For suppressing influence of the albedo variations over the surface in this method it is needed to find the ratio of two images of the same region acquired at different phase angles. The resulting phase-ratio image contains information mainly on the structural properties of the regolith. But for robust results this method requires space images with high spatial resolution (meters per pixel) that are spatially aligned with sub-pixel accuracy, topography map with the same (or better) spatial resolution and wide range of illumination/observation geometry. Reliability of this method has been proved by the detections of photometric anomalies related to changes in structure of lunar surface layer in the spacecraft landing sites (Kaydash et al., 2012). Spectral slope and presence or absence of the absorption bands is indicative for spatial variation of mineralogical composition over some area on Ceres and Vesta. Simple method to obtain such information is to plot the color-ratio map. This map is the ratio of two images of the same region acquired at different wavelengths, but at equal phase angles. The resulting color-ratio image contains information mainly on the mineralogical properties of the regolith. As in case of phase-ratio this method requires images that are spatially aligned with sub-pixel accuracy.

Space images which satisfy these conditions was absent for asteroids before the NASA Dawn mission. From July 2011 to September 2012 NASA Dawn spacecraft has been exploring asteroid Vesta, and since March 2015 up to November 2018 spacecraft orbiting around dwarf planet Ceres, the largest body in the Main asteroid belt (Russel et al., 2012). The onboard Framing Camera was equipped with a clear filter and seven narrowband color filters from 0.4 to 1.0 μm (Sierks et al., 2011). During the mission to Vesta and Ceres a large volume of data at different illumination/observation geometries have been obtained with spatial resolution 30-100 m/pixel. In total more than 200 000 images were obtained and about 50% of them were acquired on the High-Altitude Mapping Orbit (HAMO) and Low-Altitude Mapping Orbit (LAMO). The amount of obtained space data allows us to start a detailed investigation of the Vesta`s and Ceres' regolith properties in several selected areas and to use methods that were successfully applied for the lunar surface. For our purposes, we used a set of calibrated Dawn FC2 images acquired during the HAMO and LAMO phases of the mission from the Planetary Data System (PDS) archive (https://sbnarchive.psi.edu/pds3/dawn/fc/). The main selection criteria of image pairs for the phase-ratio method application were the following: (1) difference between the phase angles should be more than 20 deg; (2) close

values of the solar azimuth and incidence angle; (3) similar spatial resolution of the images. Applying the phase-ratio method for several regions on Ceres (Datan, Oxo, Emesh, Heneb, Ikapati, Yalode, Occator, Ezinu, Xevioso craters, Ahuna Mons) and Vesta (Antonia, Cornelia, Numisia craters) we found out that phase-ratio method can be successfully applied to search for areas with local disturbances in optical roughness du to accumulation of material in slope process on crater walls, fractures, fresh crater ejecta etc. (Slyusarev et al., 2019). Color-ratio maps is useful tool to search areas with anomalous mineralogical composition connected with slope processes, lava accumulation basins, fresh ejected material from young craters.

First results of observations of stellar occultations at the Odessa Astronomical Observatory.

V.V. Kleshchonok [1], V.I. Kashuba [2], S.R. Kimakovsky [2], Yu.M. Gorbanev [2]

[1] Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2] Scientific Research Institute Astronomical Observatory of the Odessa I.I.Mechnikov National University, Ukraine

Observations of the occultation of stars by small bodies in the Odessa Astronomical Observatory are carrying out at two stations in the village Kryzhanivka and the village Mayaky. Richie-Chretien telescope OMT-800 (D = 800 mm, F = 2134 mm) with CCD camera QHY174M GPS is used in the Mayaky. The Schmidt system telescope (D = 271.25 mm, F = 440 mm) and the “VIDEOSCAN-415-2001” camera is used in Kryzhanivka. The results of observations of the star UCAC4 516-047388 occultation by the asteroid (853) Nansenia on April 8, 2021 at the observation station in the Kryzhanivka was described. The star UCAC4 516-047388 has a low brightness of 14.2^m, so it was used a long exposure duration of 5 seconds. This exceeds the maximum occultation duration of 2.8 s. An approach was used to interpret the photometric curve, which allows us to conclude that the occultation has occurred and to estimate the duration of the event. The calculations give the value of the occultation duration $\tau = 2.0 \pm 1.2$ c, which within the error coincides with the expected value. There is also a description of a special program for processing the observations of occultations in the form of a sequence of graphic files, which was used for

occultation by the asteroid (853) Nansenia. This program can also be used to process of the observations of amateurs who will join to the occultation observations. Observations of the occultation TYC 1318-01031-1 by asteroid (52) Europe on September 9, 2020, and the occultation UCAC4 333-156619 by asteroid (895) Helio on May 15, 2021 were received at the station Mayaky. The exact moment of the occultation by asteroid (52) is Europe 0:12:18.561 UTC, moment of star reappearing is 0:12:31.220 UTC, the corresponding chord size is 323.70 ± 0.63 km. Exact moment of occultation the star by the asteroid (895) Helio 01:08:30.045 UTC, moment of star reappearing is 01:08:40.306 UTC, the corresponding chord size is 119.03 ± 0.58 km.

ФІЗИКА СОНЦЯ ТА СОНЯЧНА АКТИВНІСТЬ

SOLAR PHYSICS AND SOLAR ACTIVITY

Evolution of sunspot magnetic fields during solar activity cycles 23 and 24 on measurements with TST-2 CrAO

Z. S. Akhtemov, Y. T. Tsap, V. M. Malashuk

Crimean Astrophysical Observatory, Crimea

The correlation between the average values of the maximum sunspot magnetic fields and Wolf numbers from 2000 to 2018 has been investigated. The tower solar telescope TST-2 of the Crimean Astrophysical Observatory is used for a sample of sunspots, for which the magnetic fields is greater than 1500 G. The average values of the magnetic fields and Wolf numbers were determined over periods of a year, a half of year, and a quarter of year. It was found that the average sunspot magnetic fields achieved a maximum at the end of the 24th solar activity cycle while the Wolf numbers monotonically tend to zero. This suggests the failure of the hydromagnetic dynamo mechanism during the solar cycle 24.

Analysis of observed active regions on the Sun

O. A. Baran, M. M. Koval`chuk, M. I. Stodilka, A. I. Prysiazhnyi

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

The study of active regions (ARs) on the Sun was based on photoheliograms received at the Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv in September 2014. We considered a simple region of class β (NOAA AR 12155) and a complex region of class βγδ (NOAA AR 12157). To analyze the distribution of these ARs on the solar surface, we applied the stochastic method from the theory of Markov processes. The application of this method is substantiated by the fact that the observed parameters of ARs are considered as random variables, which are the realization of some random process – the manifestation of the Sun's magnetic field.

We calculated the parameters determining the magnitude and nature of the magnetic field of ARs (magnetic dipole moment, magnetic flux density, etc.). We tracked the evolution of these parameters during the observations. We explored the changes in the degree of magnetic field imbalance in area and average flux density. The degree of complexity (interpenetration of

fields) for the complex region (NOAA AR 12157) was found to be three times larger than for the simple one (NOAA AR 12155). It indicate a difference in the energy of such magnetic configurations.

Drag of the International Space Station (ISS) and the state of solar and geomagnetic activity.

V. H. Komendant[1], M. I. Ryabov[1], N. I. Koshkin[2]

[1]Odessa "URAN-4" observatory of Radio astronomical Institute NAS of Ukraine.
[2]Scientific Research Institute Astronomical Observatory of Odessa I. I. Mechnikov national university, Ukraine.

The analysis of the ISS drag data during the period from 2005 to 2019 years was carried out. In the analysis the B–star drag term was applied. This coefficient reflects the influence of changes in the state of the atmosphere on the movement of artificial objects in the Earth's orbit. The correlation analysis of the B–star drag term with the indices of solar and geomagnetic activity at different time intervals and phases of 23 and 24 solar activity cycles was carried out. The time periods of the ISS movement when they were not made significant adjustments to the station's orbit and the reception of planned missions were selected.

Anomalous expansion of FeI 5434.5 Å line in a sunspot: magnetic fields of 10^5 gauss range ?

V. G. Lozitsky[1], S. N. Osipov[2], M. I. Stodilka[3]

1Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2]Main Astronomical Observatory of National Academy of Science, Kyiv, Ukraine
[3]Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of L'viv, Ukraine

We analyze spectral observations of a sunspot which was observed on 8 July 2015 in active region NOAA 2381 using solar telescope ATsU-5 of GAO NAS of Ukraine. A circular polarization analyzer and the SBIG ST-

8300 CCD camera were used for registration of about 8 Å spectral interval near Fe I 5434.5 Å line, where six metal lines are located with effective Landé factors g_{eff} from – 0.014 to 2.14. We found a surprisingly strong expansion of Fe I 5434.5 Å line in the investigated sunspot (at the level of tens of percent) with such interesting detail: largest expansion in line core was observed in sunspot penumbra, whereas peak expansion of line wings was observed in sunspot umbra. The semi-empirical sunspot model has an anomalous feature, namely, the maximum of micro-turbulent velocities in the region of the temperature minimum, i.e. where the minimum of these velocities is located in model of the quiet photosphere. The above features may indicate that the specified expansion of the line profile is due to the magnetic field, and not turbulent velocities. The corresponding estimates, taking into account the very small Landé factor of the line (about 0.01), lead to giant fields at a level of 10^5 G. Similar results were obtained by the authors earlier for another sunspot (Journal of Physical Studies, 2020, Vol. 24, DOI: https://doi.org/10.30970/jps.24.3905).

Comparison of different methods of magnetic field measurements in the solar flares

V. G. Lozitsky[1], I. I. Yakovkin[1], Ye. O. Kravchenko[2], V. P. Tarashchuk[3]

[1]Astronomical Observatory of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[2]Physical Faculty of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[3]Crimea Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea
yakovkinii@gmail.com, eliza.schedrina@gmail.com, lozitsky_v@ukr.net, veratar4@gmail.com

Magnetic fields in solar flares reach at least kilo-Gaussian values, and therefore, their measurements can only be performed on the basis of observations of the Zeeman effect (see, e.g., Yakovkin et al, 2021, https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.03.036). Sometimes the Hanle effect is also used to measure solar magnetic fields, but the upper limit of its applicability is about 10^2 G . The Zeeman effect manifests itself in the splitting of spectral lines into a number of components and in the corresponding polarization of the splitting components. The complete separation of the Zeeman components is sometimes observed only in sunspots. In solar flares, as a rule, broad emissions are observed at the level

of the chromosphere and solar corona, which leads to incomplete splitting of the components in the Zeeman effect. In this case, it is not the modulus of the magnetic field that is measured, but a value close to the longitudinal component, but only in a uniform magnetic field. In the case of an inhomogeneous magnetic field of the type of a set of discrete flux tubes, the measured value of the magnetic field turns out to be the smaller, the smaller the filling factor of the flux tubes. Additional difficulties in measuring local fields arise at different magnetic polarities in spatially unresolved flux tubes. In this case, the characteristic polarization in the Stokes parameters Q, U and V can be close to zero, but significant changes in the Stokes I parameter can be observed. Analyzing the corresponding line profiles, it was shown that it is possible to obtain an anti-correlation of kinetic temperatures and turbulent velocities (Yakovkin & Lozitsky, 2020, https://doi.org/10.18524/1810-4215.2020.33.216453). It was shown that this physically unrealistic anti-correlation may indicate the masked presence of very strong magnetic fields of 7-8 kG in the flare. An indirect estimate of magnetic fields is also possible from data on the temperature and concentration of particles in a flare (Tsuneta et al., 1984, Astrophys. J. 284, 827-832.). This method also produces very strong fields in some cases. In particular, in a very powerful solar flare on October 28, 2003 of X17.2/4B class, a very thin layer (3-5 km) was found in the chromosphere, where the concentration of neutral hydrogen reached 10^{18} cm^{-3} (Lozitsky et al. 2018, https://academic.oup.com/mnras/article-abstract/477/2/2796/4950618). If we apply the method of Tsuneta et al. (1984), then we obtain a magnetic field of about ~9 kG. Thus, both direct and indirect methods of measuring magnetic fields in flares result in magnetic field values that sometime exceed the well-known fields in sunspots.

Influence of reflected protons on the low-frequency turbulence excitation in the Earth bow shock foreshock region.

P.P. Malovichko, Yu.V. Kyzyurov

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The key issue in understanding the processes of the pre-shock region formation is to explain the mechanisms of wave generation. There are different mechanisms for the low-frequency waves generation - resonant, current, compensated current, anisotropic, gradient instabilities. Of particular interest among them are instabilities that can lead to the Alfvén

waves generation with small transverse scales, the so-called kinetic Alfvén waves. Transverse scales can have a significant effect on the properties of waves, drastically changing their behavior. In addition, transverse scales can significantly affect the instability development possibility and modify the instability criteria, as well as affect the interaction of waves with particles.

The paper considers the possibility kinetic Alfvén waves generation by high-speed protons beams ahead of the Earth bow shock. An analytical solution is obtained for the firehose instability of kinetic Alfvén waves caused by the dynamic pressure of the beam. The influence of the temperature of high-speed beams and the temperature of solar wind protons on the characteristics of generated disturbances is investigated. It is shown that temperature has a significant effect on the transverse scales of disturbances. The higher the temperature of the protons in the beam and the lower the temperature of the background plasma, the stronger the restrictions imposed on the sizes of transverse wavelengths. The development of instability during the propagation of reflected, intermediate and diffusion protons beams in the pre-shock region of the Earth's bow shock is considered. The dynamics of the motion of disturbances in the pre-shock region is analyzed.

Formation of surges system in the site of the active region with the Ellerman bomb

M.N. Pasechnik

Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

We present the results of the analysis of spectral observations in the Hα line of a site, with high activity, of the NOAA 11024 active region on which the Ellerman bomb and various types of chromospheric ejections developed. This area was in the region of emerging magnetic flux, which consisted of small areas series with mixed polarity, the so-called serpentine magnetic field. Spectral data with high spatial (below 1 arcsec) and temporal (about 3 seconds) resolution were obtained with the THEMIS French–Italian 90-cm vacuum telescope (Tenerife, Spain) on July 4, 2009. During observations from $9^h52^m35^s$ to $10^h11^m26^s$, 400 spectra were obtained. From them, we used 36 spectra of the best quality. Stokes I profiles were obtained, with an interval corresponding to 160 km on the surface of the Sun.

Surges are small-scale eruptions of cold matter in the solar atmosphere.

Observations show that surge is often detected at the earliest stage of the emergence of a new magnetic flux and is the first manifestation of activity during the interaction between it and the already existing surrounding field. Since their dynamics is the movement of plasma along the force lines of the magnetic field, surges are useful for studying the structure of the magnetic field and its changes.

The features of all Hα-ejections formation and development arose in the active region site during the period of our observations were investigated. Various types of chromospheric surges were formed in the area between the pore and the developing BE. In all spectra, they are visible in the absorption in both the long-wavelength and short-wavelength wings of the Hα line. Depending on whether the surge was moving to the upward or to the downward the component of the profile corresponding to it was projected on the blue or red wing of the Hα line. Doppler shifts of these components were used to calculate the line-of-sight velocities (Vlos) of chromospheric matter in surges. Changes in the Vlos and direction of surges movement were analyzed. The values of the velocity in the area without active formations varied within ± 2 km/s. The velocity distribution in the surges indicates their fine structure - they consisted of several chromospheric matter jets. One of the surges appeared near the pore and existed for about one minute. The Vlos of upward movement in it decreased from -14 to -1 km/s and then it disappeared. In return ejections, the chromospheric matter descended along the same trajectories of magnetic loops as it rose. Most of the observed surges moved in a loop-like trajectory. In them the chromospheric matter moved up one of the loop leg, reached its top and descended along the other of the loop leg.

The distribution of velocities indicates that the Ellerman bomb developed under the loop ejection, which had signs of plasma vortex motions, as evidenced by oblique dark stripes in the spectra. Their incline has decreased over time. During a sharp increase in the EB brightness, indicating magnetic reconnection, new ejections arose that moved in opposite directions. The upward velocities chromospheric matter in the surges reached -110 km/s, and the downward velocities reached 90 km/s. At some moments, on a small area of about 160 - 250 km (1 - 1.5 pixels in the spectrum), there was a sharp change in the velocity and direction of movement of the chromospheric matter - two oppositely directed flows could exist side by side. At the moment of the greatest brightness of the EB, there were 7 surges in the active region site. That is, 6 minutes after the onset of the flaring phase of EB development, a system of loop Hα-ejections was formed.

Our investigate shows that the Ellerman bomb and Hα-ejections, which

developed in the active region site under investigation, were the result of magnetic reconnections caused by the emergence of a new serpentine magnetic flux.

Measuring the magnetic field on a red giant eps Tau: a method for eliminating instrumental polarization in spectral lines

S.I.Plachinda[1,2], V.V. Butkovskaya[1,2]

[1]Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea

We present the results of a search for the magnetic field inhomogeneity on a red giant eps Tau. This research is based on the observations obtained over 10 nights in 2008-2010 with the ESPaDOnS CFHT spectropolarimeter. We found a previously undescribed instrumental effect in the ESPaDOnS spectra, which is random polarization outliers. Therefore, to measure the magnetic field using unblended individual lines, we preliminarily cleared the initial array of spectral lines from the lines distorted by polarization outliers. Only on one in ten nights the magnetic field of eps-Tau exceeds 3 sigma. We also found that at two nights the distribution of the magnetic field values differs from the normal distribution. We hypothesize that this may be caused by the inhomogeneity of the magnetic field in the atmosphere of this star.

THEMIS observations of ULF fluctuations around the Moon: Statistical study

A. Salohub, J. Šafránková, Z. Němeček

Charles University, Prague, Czech Republic

The terrestrial foreshock is permeated with various populations of backstreaming ions, electrons, and waves produced by them. Ultra-Low Frequency (ULF) waves fill most of the upstream region, which is magnetically connected to the Earth's bow shock. These waves gain energy via interaction with energetic particles and their amplitude can grow being convected through the foreshock. Under an assumption of uniform and steady interplanetary magnetic field (IMF), we can easily find the tangent

field lines which separate the upstream region and predict propagation of the ULF waves.

In our large statistical study, we analyze ~10-min time intervals of ULF fluctuations observed under the quasi-radial IMF at the lunar orbit. Two THEMIS spacecraft simultaneously observed growing and damped waves. We found ULF fluctuations that can be characterized as a mixture of transverse and compressional modes of frequency fluctuations during their propagation. We studied conditions under which they are growing or damped for different solar wind parameters; and a possible influence of the lunar wake for creation and propagation of ULF fluctuations.

On the magnetic field concentration in solar coronal loops

Y.T. Tsap[1], A.V. Stepanov[2], Y.G. Kopylova[2]

[1]Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny, Crimea
[2]Pulkovo Observatory, Saint-Petersburg, Russia
yur@craocrimea.ru

The equilibrium of the axisymmetric cylindrical magnetic flux rope under solar coronal conditions is considered. The paradigms of Parker and Severny connected with the existence of neutralized and non-neutralized electric currents in the solar photosphere are discussed. Based on the generalized Gold-Hoyle force free magnetic configuration it has been shown that only the non-shielded (non-neutralized) flux ropes can provide the sufficiently strong (> 100 G) magnetic field concentration at quite small (< 10) values of the number of turns of magnetic field lines over the loop length. The formation of corona flux ropes as well as their MHD stability is discussed.

Сонячна активність, землетруси і вулкани

Васильєва І.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

Основним проявом сонячної активності є наявність плям на поверхні Солнца. Сонячна активність напряму пов'язана з космічною погодою і безпосередньо впливає на зміни клімату Землі. Ми намагались відповісти на питання про зв'язок між сонячною

активністю та глобальною вулканічною та сейсмічною діяльністю Землі. Ми шукали взаємозв'язок вулканічної діяльності (індекс вулканічної активності - VEI) та кількістю сонячних плям за період з 1700 по 2021 рік (321 рік), а також (частково) за період ~12000 років за модельними даними про сонячну активність та даними про виверження вулканів, отриманих різними способами - методом тефрохронології, радіовуглецевим аналізом, датуванням за льодовим керном, письмовими джерелами. Взаємозв'язки між сонячною активністю та землетрусами визначались для періодів 1902-2019 гг для землетрусів магнітудою >7 і для 1977-2019 гг для землетрусів магнітудою >2,5. Ми проаналізували 830301 землетрусів та порівняли результати з результатами, отриманими в умовах обмеженої вибірки. Як випливає з наших досліджень, необхідно залучати якомога повніші дані при аналізі можливих зв'язків між сонячною активністю і вулканами та землетрусами. Ми виявили, що на фазі зниження сонячної активності вулканічна активність збільшується, а на фазі росту сонячної активності кількість землетрусів магнітудою >7 зменшується. При вейвлет-аналізі виявилось, що вулканічна активність має періодичність близьку до подвійного сонячного циклу - 22 роки (11-річний пік виражений слабо), в сейсмічній активності (для магнітуд >7) також виявлено період, близький до 22 років.

Напрямки наукових досліджень П.Р.Романчука в Київському університеті.

В. Н. Криводубський, В. М.Єфіменко

Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
e-mail: krivod2@ukr.net, efim@knu.ua

В доповіді висвітлено ідеї і напрямки наукових досліджень, які розвивав Павло Родіонович Романчук під час навчання і роботи в Київському університеті (1946-2008).

Після війни П.Р.Романчук в1946 р. вступає до Київського державного університету на спеціальність астрономія фізичного факультету. Під час навчання в університеті П.Р.Романчук зробив вибір напрямку наукових досліджень, пов’язаних з природою сонячної активності.

У 1957 р. П.Р. Романчук поступає до аспірантури на кафедру астрономії Київського державного університету (науковий керівник проф. С.К. Всехсвятський). Після закінчення аспірантури отримує призначення на роботу в Астрономічну обсерваторію. В 1963 р. Романчук П.Р. запропонував модель утворення магнітного поля біполярної групи плям в результаті локального підсилення загального магнітного поля Сонця. Запропоновану модель було включено до дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук «До питання про природу сонячної активності», яку П. Р.Романчук захистив у Державному астрономічному інституті ім. П.К.Штернберга в 1966 р.

У 1972 р. П.Р. Романчука було призначено директором Астрономічної обсерваторії Київського державного університету (АО КДУ). З цього часу тут набули поширення нові напрямки наукових досліджень: пошук механізмів циклічності сонячної активності, теоретичні вивчення глобальних магнітних полів та початок спектральних досліджень маломасштабних магнітних полів, пов'язаний із придбанням магнітографа, вивчення і розробка механізмів сонячних спалахів, дослідження змін у атмосфері Сонця перед спалахами, під час спалахів та після них; дослідження впливу сонячної активності та інших космічних факторів на зміни клімату та погодні явища.

Починаючи з 1960-х років П.Р. Романчук розробляє концепцію про резонансний вплив планет на конвективну зону Сонця. На основі цих ідей було розроблено метод резонансних кривих довгострокового прогнозування згладженого ходу активності на кілька циклів наперед З кінця 60-х років минулого століття П.Р.Романчуком прогнозувалися основні характеристики 11-річних циклів (епохи максимуму і мінімуму циклів, значення річних чисел Вольфа в епохи максимуму і мінімуму, тривалість циклів) і згладжені середньо-місяцеві числа Вольфа з завчасністю півмісяця, півроку і на кілька років наперед. Зокрема, було розраховано довготривалі прогнози згладженого ходу розвитку (за числами Вольфа) 20–26-го циклів.

За керівництва П.Р.Романчука і його безпосередньої участі на основі виконаних в АО КДУ досліджень ведуться розробки із створення нових методів прогнозування сонячної активності для потреб для потреб фундаментальної науки та різних галузей народного господарства, в першу чергу, для космічної галузі. Зокрема, було розроблено методику для оперативного прогнозування розвитку декадного числа Вольфа. На основі теоретичних і спостережених досліджень перебудови магнітних структур активних областей під час

виникнення сонячних спалахів і вивільнення в них енергії та вивчень закономірностей статистичних кореляцій спостережених індексів сонячної активності в обсерваторії було розроблено методи прогнозування спалахової активності з різною завчасністю. На підставі надісланих до Москви прогнозів сонячної активності в Інституті прикладної геофізики розраховувалась рівні радіаційного опромінення в навколоземному космічному просторі і давались рекомендації щодо радіаційно сприятливих днів для запуску в космос апаратів з людьми на їх борту.

У 1976 р. в АО КДУ відбувається важлива подія – нарада радянських і американських спеціалістів з обговорення питань прогнозування сонячної активності, можливих фізичних механізмів зв'язків «сонячна активність – нижня атмосфера», обміну і використання сонячної і геофізичної інформації.

У 1987-2003 рр. П.Р.Романчук займає посаду завідувача лабораторією та провідного наукового співробітника лабораторії сонячної активності обсерваторії. В цей час він продовжує вивчення природи сонячної активності, а також присвячує свою наукову діяльність дослідженню сонячно-земних зв'язків. Після виходу в 2003 р. на пенсію Павло Родіонович до останнього подиху продовжував співпрацю з Астрономічною обсерваторією на посаді наукового співробітника і був натхненником наукових ідей своїм учням.

Спільні дослідження спалахово-активних областей Сонця в АО КНУ і ГАО НАН України

Н. М. Кондрашова

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ, Україна

Описано спільні дослідження змін у фотосфері та хромосфері перед та під час сонячних спалахів в Астрономічній обсерваторії Київського університету і в Головній астрономічній обсерваторії Національної академії наук України. Спостереження спалахово-активних областей проведено на сонячних горизонтальних телескопах ГАО НАНУ АЦУ-5 Ернеста Гуртовенка у Києві, АЦУ-26 на піку Терскол та на франко-італійському баштовому телескопі THEMIS зі спектрополяриметром на Канарських островах в Іспанії. Виявлено значні зміни спектральних ліній, що формуються у фотосфері, в зв'язку зі спалахами. Надано деякі результати моделювання фотосфери та хромосфери перед та під

час спалахів різних балів та зроблено висновки відносно важливої ролі фотосфери в процесі спалахів, послідовності розповсюдження спалахового збурення в нижніх шарах атмосфери Сонця.

Сонячні факели: спостереження та моделювання

Роман Костик, Наталія Щукіна

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ
kostik@mao.kiev.ua,

Ми використали спостереження факельної площадки біля центра сонячного диску, які були проведені 13 листопада 2007 р. на німецькому вакуумному баштовому телескопі VTT (о. Тенерифе, Іспанія). Спостереження велись одночасно в трьох ділянках довжин хвиль: FeI 1564.3-1565.8 нм, спектро-поляриметричні, реєструвались всі чотири параметри Стокса; BaII 455.37 – 455.43 нм, фільтрові в 37 довжинах хвиль; CaII H 396.8 нм, фільтрові, тільки в центрі лінії. За результатами цих спостережень були знайдені напруженість магнітного поля на висоті $h \approx$ -100 км; хвильові швидкості на 14 висотах в атмосфері Сонця ($h \approx 0 - 650$ км); контраст факельної ділянки на висоті, що відповідає області формування ядра лінії CaII H ($h \approx 1600$ км). Основні результати:

1. Максимум потужності коливань в нижній фотосфері, в перехідній області та в середній хромосфері припадає на період біля P ≈ 5 хв. На висоті $h \approx 1600$ км добре помітний ще один період коливань P ≈ 700 сек. Проникненню 5-хвилинних коливань з фотосфери в хромосферу спричиняють два фактори: нахил магнітних силових ліній та відхилення процесу розповсюдження хвиль від адіабатичного. Максимальна потужність 5-хвилинних коливань інтенсивності на висоті $h \approx 1600$ км припадає на кути нахилу магнітних силових ліній до вертикалі на $h \approx$ -100 км в межах 11° – 13° та на зсув фаз між коливаннями температури та швидкості, рівній 40 – 50 градусів (де характер розповсюдження звукових хвиль максимально відхилений від адіабатичного).

2. Яскравість факельної ділянки в центрі лінії CaII H 396.8 нм ($h \approx$ 1600 км) максимальна в тих місцях, де найбільша потужність 5-ти хвилинних коливань, які спостерігаються в центрі лінії BaII 4554 A (h ≈ 650 км).

3. Яскравість факельної ділянки в центрі лінії CaII H 396.8 нм ($h \approx$ 1600 км) сильно залежить від зсуву фаз між коливаннями швидкості та температури на висоті h ≈ 650 км та від зсуву фаз між коливаннями швидкості на висоті h ≈ 0 км та коливаннями швидкості на висоті h ≈ 650 км.

4. Контраст міжгранульних проміжків факельної ділянки на висоті утворення неперервного спектру (h ≈ –100) км не залежить від величини напруженості магнітного поля.

Математичне моделювання на основі тримірної магніто-гідродинамічної моделі (Khomenko E, et al., 2018, A&A, 618, A87) показало, що температура в сонячних факелах (h=1400 км) реально майже в два рази вища, ніж температура незбуреної атмосфери. Тобто, факел яскравий не тільки тому, що завдяки магнітному тиску випромінювання виходить з більш глибоких шарів атмосфери (ефект Вільсона), але вони реально гарячіші від навколишнього середовища.

Моделювання магнітного циклу Сонця

О. О. Логинов[1], О. К. Черемних[1], В. Н. Криводубський[2]

[1]Інститут космічних досліджень НАНУ-ДКАУ, Київ, Україна
[2]Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
[1]e-mail: lesha.loginov@gmail.com; [2]e-mail: krivod2@ukr.net

Побудовано кінематичну МГД модель магнітного циклу Сонця на підставі геліосейсмологічних даних про диференційне обертання його конвективної зони. Модель базується на гіпотезі про гідродинамічну природу виникнення глобальних течій внаслідок втрати стійкості ротаційного шару рідини, що неоднорідно (диференційно) обертається. Модель дозволяє на першому етапі розрахувати гідродинамічні глобальні течії сонячної плазми без врахування впливу на них магнітного поля (із-за зробленого припущення про його незначність). Отримані чисельні розв’язки якісно описують поведінку всіх видів глобальних течій, спостережуваних на поверхні Сонця: постійну меридіональну циркуляцію від екватора до полюсів, торсіонні коливання (зональні зміни кутової швидкості) і просторово-часові варіації меридіональної течії. На підставі наших розрахунків ми зробили припущення про те, що дві останні течії є

азимутальною і меридіональною складовими єдиної 3-х вимірної глобальної гідродинамічної течії, яку ми назвали глобальною течією, що мігрує.

На другому етапі моделювання ми використовували оцінки швидкості глобальних мігруючих течій і просторовий профіль кутової швидкості внутрішнього диференційного обертання конвективної зони для чисельних розрахунків змінних в часі магнітних полів, що генеруються при взаємодії цих течій з постійним реліктовим дипольним магнітним полем Сонця.

Отримані результати моделювання гідродинамічних течій і змінних в часі магнітних полів ми порівняли з даними спостережень про поведінку торсіонних коливань і просторово-часових варіацій меридіональної течії. Виявлено хороші якісні кореляції спостережуваних проявів сонячного магнетизму (протягом магнітного циклу) з розрахованою динамікою глобальних мігруючих течій і генерованих ними змінних магнітних полів.

Проблема лімба при спостереженнях на краю сонячного диска

Осіпов С.М.

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Київ
osipov@mao.kiev.ua

Програма моніторинга спектральних ліній, яка виконується з 2012р. на сонячному телескопі Ернеста Гуртовенка АЦУ-5 в Голосієво, включає спостереження ліній в центрі сонячного диска і на полюсах Сонця. У порівнянні із спостереженнями в центрі диска Сонця лімбові спостереження потребують додаткових редукцій за вплив атмосферного розсіяного світла і замивання. Такі виправлення можливі лише при точному визначенні положення лімба Сонця. Актуальність локалізації лімба зростає для спостережень з помірною або поганою просторовою роздільністю.

В роботі досліджено вплив спотворень зображення Сонця інструментальними факторами та атмосферою на локалізацію лімба. Моделювання профілю лімба проводилось на основі літературних емпіричних даних, а спотворення зображень приймалось гаусовим.

Однак на практиці функція замивання лімба не завжди є чисто гаусовою - тремтіння зображення внаслідок вітру приводить до трикутноподібного профіля, а дефокусування має прямокутний

профіль. При поганій якості неба профіль замивання часто є взагалі асиметричним. Тому для визначення положення лімбу ми застосували методику підгонки спостережного профілю лімба до модельного спотвореного інструментальним (дифракція і аберації) і атмосферним замиванням, параметри якого визначались із спостережень. При цьому враховувалась зміна кутових розмірів Сонця протягом року та зміни нахилу вхідної щілини спектрографа до лімба. Виходячи з того, що положення лімбу для модельного профілю визначалось з високою точністю, локалізація лімба для спостережного профілю була якісною.

При розробці цієї методики була вирішена ще одна задача. Визначення астрономічної видимості (seeing) денних спостережень, на відміну від класичних нічних спостережень, є неоднозначною проблемою. В роботі аналізуються результати розрахунків параметра seeing, отримані для наявної бази даних виміряних профілів лімба (~60 тис. записів) з врахуванням впливу всіх інструментальних та атмосферних факторів. Найкращі записи останнього десятиріччя для голосіївського неба демонструють seeing денних спостережень на рівні 1.3 кутових секунди.

ДОСЛІДЖЕННЯ АТМОСФЕРИ ТА ІОНОСФЕРИ

ATMOSPHERE AND IONOSPHERE RESEARCH

Ozone altitude profiles in the atmosphere over the Kyiv and Antarctic Peninsula areas by Umkehr observations

Y. Andrienko[1], G. Milinevsky[1,2], V. Danylevsky[1]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv
[2]Department of Atmosphere Physics and Geospace, National Antarctic Scientific Center
andrienko.j@gmail.com

The stratospheric ozone observations with Dobson spectrophotometer at the Kyiv–Goloseyev (KGV) and Akademik Vernadsky Antarctic stations are discussed. These observations provide total ozone column (TOC) and the Umkehr vertical distribution data. The Umkehr observations have been pre-processed using the UMK92 software package proposed by the World Ozone and UV-radiation Data Centre (WOUDC). As the result, the set of the calculated vertical ozone distribution profiles for Kyiv–Goloseyev station (2011–2021) and Vernadsky Antarctic station (2000–2009) has been obtained. Analysis of the KGV profiles indicates that the maximum ozone concentration is observed in the range of 15–25 km altitudes with an average height of 19.8±1.4 km. That corresponds to the layer of maximum ozone concentration in the mid-latitude stratosphere. The maximum ozone concentrations for most of years are of 60–80 DU/layer. There are also days with the maximum concentration significantly larger than the average. A characteristic feature of the profiles is that the lower ozone concentration values correspond to the summer and autumn months and are in the range of 60–75 DU/layer. The winter and spring profiles demonstrate higher ozone concentrations at the maximum.

The profiles obtained at the Akademik Vernadsky Antarctic station show that the seasonal ozone values at the maximum ozone concentration have a wider range of values. Similar to the Kyiv–Goloseyev data, the profiles with a lower maximum ozone concentration value have a maximum at high altitudes. For example, the maximum value of ozone concentration is 45 DU/layer at altitude of 24 km (15Nov2006), and 95 DU/layer at altitude of 19 km (25Nov2000).

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

Statistical characteristics of geomagnetic storms in the 24th cycle of solar activity

L. F. Chernogor

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

Currently, the problem of geospace storms and their components, geomagnetic storms, is one of the most important problems in solar-terrestrial physics and space geophysics. The exploration and usage of geospace for civilization needs have led our civilization to being increasingly dependent on the manifestations of solar-terrestrial processes and on the states of both atmospheric-space weather and terrestrial-space systems, which are used for various purposes. The more technologically advanced our civilization becomes, the more it becomes vulnerable to the processes taking place on the Sun, to the manifestations of solar-terrestrial connections, and to variations in atmospheric-space weather. These circumstances determine the relevance, and the imperishable scientific and practical significance, of studies of the manifestations of solar-terrestrial processes and their consequences. Geospace (geomagnetic) storms are accompanied by a myriad of possibilities: the deceleration of spacecraft; variations in the parameters of the atmosphere and geospace; the impact of increased cosmic radiation on crew and electronic equipment in spacecraft and high altitude aircraft; disturbances in the conditions for the propagation of radio waves and in radio channels for radar, remote sensing, radio navigation, radio communication, radio direction finding, and for radio astronomy; the induction of currents in pipelines, long electrical cables, automated railway systems, and in electrical power transmission lines; and by the impact on weather- and climate-forming systems. In addition to the physical effects of individual geomagnetic storms, which are described in a large number of scientific papers, a statistical analysis of the solar wind and interplanetary magnetic field parameters, and of geomagnetic storms over long periods, are of interest.

The purpose of this work is to statistically analyze the parameters of the solar wind disturbed by solar storms, the interplanetary magnetic field, and the geomagnetic activity indices over the period of Solar Cycle 24 (2009–2020).

The main statistical characteristics of the disturbed solar wind parameters responsible for the geomagnetic storm origins (153 storms in all) over Solar Cycle 24 have been estimated. The main statistical characteristics of the components of the disturbed interplanetary magnetic field have been

estimated, and the main statistical characteristics of the geomagnetic field indices have been obtained. With respect to magnetic activity, Solar Cycle 24 was quieter than Solar Cycle 23.

Acknowledgment. Work was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Also this work was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Physical Effects in the Atmosphere and Geospace due to Ground-Based Explosion on August 4, 2020 at the City of Beirut: Theoretical Modeling Results

L.F. Chernogor

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

The study direct and reverse, positive and negative interconnections among the subsystems in the Earth (internal spheres)–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system (EAIMS) is commonly based on high-power active experiments. One of the experiments of opportunity is an impact on the EAIMS of large chemical explosions. Examples include active experiments utilizing 5 kt TNT, 1.5 kt TNT, and 2 kt TNT yield explosions. A powerful chemical explosion has been shown earlier to affect all geospheres, viz, it generates seismic waves in the lithosphere, disturbances in the electric field, electromagnetic emissions, acoustic and atmospheric gravity waves (AGWs), traveling ionospheric disturbances, and MHD waves in the near-Earth plasma. The physical effects and ecological consequences of multiple chemical explosions and accompanying fires have also been studied earlier. The major conclusion that has been drawn in these studies is that a response to such an impact can appear in all EAIMS subsystems.

This paper aims to describe the principle physical effects in the atmosphere and geospace accompanying the powerful explosion at the city of Beirut on August 4, 2020.

The comprehensive analysis of the main physical processes accompanying the explosion in the city of Beirut has been performed to determine the following. The Beirut explosion yield was estimated to be about 1 kt TNT. More than 90% of explosion energy was transformed into the energy of the shock wave, and the rest was spent to cause damage and to leave a crater roughly of 40×10^3 m^3 and the 80 kt mass of the ground jettisoned. The

damage size and surface area have been estimated. The thermic has been estimated to have ~100 m horizontal size, the ~46 m/s speed of its ascending, and the 1.6 min time of the ascent up to the maximum altitude of about 4 km. At a range of 250 km, the island of Cyprus, the intensity of sound has been estimated to be no less than 76 dB. The shock wave traveling upwards caused significant disturbance in the atmosphere and geospace. An increase in the wave pressure has been estimated to be tens of per cent in the 86–90 km altitude range. Shock wave dissipation in the 80–90 km altitude range could have caused atmospheric heating by 10–20%, the generation of acoustic-gravity waves with pressure relative amplitude ~ 0.1, which propagated to distances of thousand kilometers from the epicenter. The secondary waves could have generated periodic variations, via the dynamo effect, in the geomagnetic field with amplitude of 0.1–0.3 nT.

Acknowledgment. Work was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Also this work was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Physical effects in the atmosphere and geophysical fields due to gas pipeline accident near Kyiv city on September 15, 2020

L.F. Chernogor

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

Joint Stock Company Ukrtransgaz has 36 thousand km of gas pipelines, 71 compressor stations and 13 underground gas storages. These pipelines were built about 40 years ago and are not in a completely satisfactory condition. From time to time, accidents happen on the gas pipelines of Ukraine. As a result of damage to gas pipelines, within several hours the country loses several kilotons (several million m^3) of gas worth hundreds of thousands of US dollars. Taking into account the deterioration of the gas transportation system of Ukraine, accidents in this system should be expected in the future. Therefore, the study of the physical effects and geoecological consequences of such accidents is an urgent task.

The purpose of this work is to describe the results of the analysis of the main physical effects that accompanied the accident on the gas pipeline near the village of Chabany, Kiev region on September 15, 2020.

The energy (about 2.5 GJ) and the equivalent mass of the explosive (620 kg TNT) of the explosion on the KZU–1 gas pipeline were estimated. The gas consumption was about 7.8 t/s. Gas losses from the accident amounted to about 2.3 kt or 2 million m^3, costing about $0.2 million. The explosion led to the release of approximately 200 tons of soil. The outflow of gas at an initial pressure of 50 atmospheres was accompanied by the generation of seismic vibrations with a magnitude of 1.5–2 and noise-like acoustic radiation with a power of about 2 MW. The maximum intensity was at a frequency of about 50 Hz. The noise intensity in settlements located at a distance of 0.5–2 km from the accident site was 107–119 dB. The intensity of the quasi-static electric field caused by the friction of particles in the dust column was not less than ~1 kV/m, but it could reach ~10 kV/m. In the field of an acoustic wave, the electric field strength and the magnetic induction near the source were ~20 V/m and 70 nT, respectively. The seismic effect from the explosion was characterized by a magnitude of about 1.7. The consequences of a gas ignition with a mass of about 0.3 kt would be catastrophic for the nearest settlements.

Acknowledgment. Work was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Also this work was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Physical Effects in the Atmosphere and Geospace Accompanying the Surface Explosion at the City of Beirut on August 4, 2020: Observational Data

L.F. Chernogor, K.P. Garmash

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

On August 4, 2020, the massive chemical explosion rocked the city of Beirut, Lebanon. The explosion yield has been estimated to be equivalent to 1 kt of TNT, and the physical effects of the explosion on the Earth–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system have been analyzed in detail. The possible effects of powerful explosions are of considerable interest to geophysicists and radio physicists to analyze. They allow the mechanisms for transporting the disturbances to be determined in both the vertical and horizontal directions, as well as the mechanisms for coupling the subsystems

in the Earth–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system to be established.

The purpose of the present paper is to describe radio and magnetometer observations of the processes that accompanied the powerful explosion at the city of Beirut on August 4, 2020 in the lower ionosphere and in the geomagnetic field.

The observations of the possible response of the near-Earth medium to the explosion have been made with the radio system for sounding the ionosphere at oblique incidence and the fluxmeter magnetometer. To automate the measurement of distortions in the phases and amplitudes of signals, we used a receiver system based on the PK-66 receiver comparator. The radio signals of the RBU station (f = 66.(6) kHz) located near Moscow, Russia (56.75°N, 37.5°E) were used as sounding signals. The receiver system is located in Radiophysical Observatory (49.65°N, 36.94°E). To determine the phase variations, we used a hardware method for synchronous detection of averaged quadrature signal components with microprogram determination of the phase and elimination of the ambiguity of inverse trigonometric functions in a range of angles from 0 to 360°. The stability of time–frequency parameters of the system is no worse than 10^{-10}. After experimental data processing, the error in phase measurements is normally close to 0.1°– 0.3°, and the relative error in amplitude measurements is a 1–2%. The measurements are taken with the fluxmeter magnetometer delivering 0.5–500 pT sensitivity in the 1–1000 s period range, respectively, and in a wide enough studied frequency band within 0.001 to 1 Hz. The EM-II magnetometer with the embedded microcontroller digitizes the magnetometer signals and performs preliminary filtering over 0.5 s time intervals, while the external flash memory is used to store the filtered out magnetometer signals and the times of their acquisition. Temporal variations in the level of the H and D components of the geomagnetic field were applied to the systems spectral analysis, which makes use of the short-time Fourier transform, the adaptive Fourier transform and the wavelet transform using the Morlet wavelet as a basis function.

The radio system detected an increase of up to 5.3° in the phase of the ionospheric wave and an increase of 3.3% in the signal amplitude caused by an electron density change of approximately 3%. Such variations of the phase and amplitude were absented at the reference days. If these variations due to the explosion, then the speed of propagation of the disturbance is estimated to be about 3 km/s. The fluxmeter magnetometer have detected changes in the character of variations in the level of the geomagnetic field occurring in 5 min and in 79 min after the explosion. If these variations were associated with the explosion, then the speeds of propagation can be estimated to be tens of km/s

and greater, as well as 490 m/s. The MHD waves have the greater speed, and the AGWs have the smaller one, respectively.

Acknowledgment. Work by L. F. Chernogor was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Work by L. F. Chernogor, by K. P. Garmash was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Dynamic processes in the magnetic field and in the ionosphere during the 30 August–2 September, 2019 geospace storm: Influence on HF radio wave characteristics

L. F. Chernogor[1], K. P. Garmash[1], Q. Guo[2], Y. Luo[1], V. T. Rozumenko[1], Yu Zheng[3]

[1]V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
[2]Harbin Engineering University, People's Republic of China
[3]Qingdao University, People's Republic of China
leonid.f.chernogor@gmail.com

The concept that geospace storms are comprised of synergistically coupled magnetic storms, ionospheric storms, atmospheric storms, and storms in the electric field originating in the magnetosphere, the ionosphere and the atmosphere (i.e., electrical storms) was validated a few decades ago. Geospace storm studies require the employment of multiple-method approach to the Sun–interplanetary medium–magnetosphere–ionosphere–atmosphere–Earth system.

This study provides general analysis of the 30 August–2 September 2019 geospace storm, the analysis of disturbances in the geomagnetic field and in the ionosphere, as well as the influence of the ionospheric storm on the characteristics of HF radio waves over the People's Republic of China (PRC).

The fluxmeter magnetometer is located at the Kharkiv V. N. Karazin National University Magnetometer Observatory (49.64°N, 36.93°E). It acquires data on variations in the horizontal (*H*, *D*) geomagnetic field components in the 1–1000 s period range with a 0.5 s temporal resolution delivering 1 pT–0.5 nT sensitivity. The LEMI-017 Meteomagnetic Station is located at IRA NASU Low Frequency Observatory (49.93°N, 36.95°E). Multi-frequency multipath system involving the software-defined radio for the oblique incidence radio sounding of the ionosphere is located at the Harbin Engineering University campus, PRC (45.78°N, 126.68°E). The

ionosphere is continuously monitored over eleven radio paths utilizing radio emissions from broadcasting stations in the 5–10 MHz frequency range and located in Japan, the Russian Federation, Mongolia, the Republic of Korea, and PRC, the radio path lengths are found in the $(1–2) \times 10^3$ km distance range, and the signal reception and processing is performed at the Harbin Engineering University. Ionosondes are used to assess a general state of the ionosphere. The WK546 URSI code ionosonde at the City Wakkanai (45.16°N, 141.75°E), Japan, is the closest to Harbin. To assess the characteristic extent of the ionospheric storm, the City of Moscow(the Russia) ionosonde data are used.

The geospace storm has been estimated to be weak. The magnetic storm has been estimated to be moderate, and a characteristic feature of this storm is the duration of the main phase, of up to two days. The recovery phase also was lengthy, no less than two days. On 31 August 2019 and on 1 September 2019, the variations in the *H* and *D* components attained 60–70 nT, while the *Z*-component variations did not exceed 20 nT. On 31 August 2019 and on 1 September 2019, the level of fluctuations in the geomagnetic field in the 100–1000 s period range increased from 0.2–0.3 nT to 2–4 nT, while the energy of the oscillations showed a maximum in the 300–400 s to 700–900 s period range. During the geospace storm, a moderate to strong negative ionospheric storm was manifested itself by the reduction in the ionospheric *F* region electron density on 31 August 2019 and 1 September 2019 by a factor of 1.4 to 2.4 times as compared to the its values on the reference day. Appreciable disturbances were also observed to occur in the ionospheric *E* region, and possibly in the E_s layer. In the course of the ionospheric storm, the altitude of reflection of radiowaves could sharply increase from ~150 km to ~300–310 km. The atmospheric gravity waves generated within the geospace storm modulated the ionospheric electron density; for the ~30 min period oscillation, the amplitude of the electron density disturbances could attain ~40%, while it did not exceed 6 % for the ~15 min period. At the same time, the height of reflection of the radio waves varied quasi-periodically with a 20–30-km amplitude. The results obtained have made a contribution to understanding of the geospace storm physics, to developing theoretical and empirical models of geospace storms, to the acquisition of detailed understanding of the adverse effects that geospace storms have on radiowave propagation and to applying that knowledge to effective forecasting these adverse influences.

Acknowledgment. Work by Qiang Guo was supported by National key R&D plan strategic international science and technology cooperation and innovation (2018YFE0206500). Work by L. F. Chernogor, and by Y. Luo

was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Work by L. F. Chernogor, by K. P. Garmash, and by V. T. Rozumenko was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Time-frequency and fractal analyses of the Earth's magnetic field variations appeared during powerful geospace storms took place in September 2017

L. F. Chernogor[1], O. V. Lazorenko[1], A. A. Onishchenko[2]

[1]V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine
[2]Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

According to the non-linear and the system paradigms, many processes generated in open, non-linear, dynamical systems under influence of a powerful source of energy release are appeared to be short-time, ultra-wideband, non-linear and fractal. The Earth – atmosphere – ionosphere – magnetosphere (EAIM) system and the Solar – interplanetary medium – magnetosphere – ionosphere – atmosphere – Earth (SIMMIAE) system are namely such open, non-linear, dynamical ones, and a solar flares causing geospace storms can be considered as one of such powerful sources of energy release. Therefore, being a part of a geospace storm, a magnetic storm is accompanied by many complex processes, which can have complex time-frequency structure and fractal properties. Both this structure and these properties should be detected and investigated in detail.

The purpose of this work is to study the time-frequency structure and the fractal properties of the Earth's magnetic field time-domain variations, which have been registered during powerful geospace storms occurred in September 2017. The corresponding signals were detected by the unique magnetometer-fluxmeter, which is a part of the V. N. Karazin Kharkiv National University Radiophysic Observatory located in the Kharkiv region.

The magnetometric signals corresponding to both D- and H-components of the Earth's magnetic field and registered during two geospace storms took place on September 14 – 16, 2017 and on September 26 – 28, 2017 were investigated in detail. Using the System Spectral Analysis (SSA) method, the set of the time-frequency structures in the existing groups of disturbances was detected. The numerical characteristics describing these structures, namely the

duration, the disturbance periods, the fractional bandwidth, the dynamical fractional bandwidth, the mean signal period were estimated. Using the Correcting Function Method introduced by the authors in this paper, the Generalized Fractal Analysis (GFA) and the Dynamical Fractal Analysis (DynFA) methods were significantly improved. The fractal properties of the signals considered were investigated with usage of the GFA and the DynFA methods. The set of corresponding numerical fractal characteristics were estimated. Some time-frequency structures detected and estimated with the SSA method and investigated with the GFA and the DynFA methods were appeared to be both ultra-wideband and fractal. This fact allows to classify them as the fractal ultra-wideband processes.

Acknowledgment. Work was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Also this work was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Ionospheric Effects of the August 11, 2018, Solar Eclipse over the People's Republic of China

L. F. Chernogor, Yu. B. Mylovanov

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
leonid.f.chernogor@gmail.com

Solar eclipse (SE) present rare phenomena of nature. In the course of 2 to 3 hours, the rearrangement of processes acting at the Earth's surface, in the atmosphere, geospace, i.e., in the Earth–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system (EAIMS), occurs. The response of this system depends on the solar activity, season, time of day, and on the state of atmospheric and space weather. Therefore, the study of the EAIMS response to SE remains an urgent need. The response is accompanied by controllable dynamic processes, the study of which improves our understanding of the near-Earth environment. The study of the EAIMS response to SE is of fundamental importance to science. Its practical applications include the following. The SE give rise to significant perturbations in the EAIMS, which affect the propagation of radio waves virtually in all frequency bands, and consequently deteriorate the operation of telecommunication, radar, radio astronomy, and radio navigation systems, as well as the instruments for remotely sensing the medium. The SE effects have been studied for over more than about 100 years. Thus far, the following regular effects have been quite

well studied: decreases in the electron density, electron and ion temperatures, variations in ion composition, and plasma vertical movements. The irregular effects have been studied to a significantly smaller degree, and they can vary from one solar eclipse to another.

The purpose of the work is to describe the ionospheric effects of the August 11, 2018 partial SE that occurred over the People's Republic of China, as observed via GPS technology. The main feature of the SE over the PRC was the fact that it was observed during before local time sunset period. The maximum phase of the eclipse within the PRC area varied from 0.07 to 0.52, while the Sun's surface area occulted by the moon was observed to be 0.02–0.42. The beginning of the eclipse over the PRC was observed to occur in the ~09:54–10:05 UT period, and the end varied from 10:07 UT to 11:10 UT. The SE duration varied from a few minutes to approximately 67 min. The insignificant duration of the eclipse and the dusk terminator affected the SE effects. The state of space weather during the solar eclipse was conducive to observing the SE effects occurring in the ionosphere.

To reveal the ionospheric response to the August 11, 2018, SE, the global navigation satellite system data were processed. The ionospheric time delay and, respectively, the vertical total electron content (TEC), were calculated combining the pseudo range and integrated phase data at two frequencies. Regardless of the dusk terminator influence, we have managed to confidently detect the ionospheric SE effects, which proved to be sufficiently small because of small values of the SE phase. Over the People's Republic of China area, a funnel-shaped decrease in TEC was observed to occur approximately 1,300 km in latitude and 2,000 km in longitude. The TEC decrease was observed to be 7%. The solar eclipse was accompanied by the generation of aperiodic TEC disturbances at a rate of 0.4–0.8 TEC unit/h and 105-min in duration. Wave disturbances caused by the SE were not observed confidently, which is due to the small value of the SE phase and insignificant disturbances in the electron density.

Acknowledgment. Work by L. F. Chernogor was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Also work by L. F. Chernogor, and by Yu. B. Mylovanov was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Physical processes in the atmosphere and geospace due to supertyphoon Hagibis moving on 6–13 October 2019

L. F. Chernogor[1], K.P. Garmash[1], Q. Guo[2], V. T. Rozumenko[1], Yu Zheng[3]

[1]V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
[2]Harbin Engineering University, People's Republic of China
[3]Qingdao University, People's Republic of China
leonid.f.chernogor@gmail.com

The typhoon 201919 Hagibis has been the strongest typhoon for over 60 years. It lasted from 6 October 2019 through 13 October 2019. On 10 October 2019 the fluctuating pressure varied from 1,010 hPa to 904 hPa. From 12:00 UT on 7 October to 06:00 UT on 10 October 2019, the typhoon Hagibis attained its peak intensity with a minimum pressure of 915 hPa and a central pressure deficit of 95 hPa. Its parameters sustained their maximum values in the course of 2.5 days, more precisely 66 h. The fastest rate of its pressure falling of –43 hPa/h was observed to sustain during the night of 6/7 October 2019. The fastest rate of its pressure growth of 1.1 hPa/h was observed to sustain from 10 to 13 October 2019. The storm winds exhibited an increase in their speed from 28 km/h on 5 October 2019 to 259 km/h on 7 October 2019. The latter speed value remained approximately the same from 7 to 10 October 2019. The rate of an increase in the wind speed attained 10 m/s per hour, and the rate of a decrease in the wind speed reached –2.2 m/s per hour. For the supertyphoon wind speed of an ~71.8 m/s and the eye radius of 370 km, its energy and maximum power are estimated to be $5.5 \cdot 10^{18}$ J and $1.1 \cdot 10^{14}$ W, respectively. According to the Saffir–Simpson classification scale, a supertyphoon with such parameters belongs to Category 5, the highest category of the Saffir–Simpson scale. The speed of translational motion changed, fluctuating, from 11 km/h to 37 km/h with a mean of 27 km/h. After 12 October 2019, it occasionally exhibited increases from 39 km/h to 107 km/h. The supertyphoon most closely approached Japan on 12 October 2019. The island of Honshu has most greatly suffered. Some areas of Japan suffered heavy flooding, which caused ninety-eight fatalities, eleven people were missing, more than 200 people were injured, and 200,000 homes were left without power. The supertyphoon Hagibis was the costliest Pacific typhoon in recorded history, more than $1.5 billion (2019 USD).

The purpose of the present paper is to describe the observations of the ionosphere disturbances and variations in the parameters of HF radio waves propagating through the ionosphere when the action of the supertyphoon Hagibis on 6–13 October 2019 occurred. The observations have been made with the Harbin Engineering University (China) multi-frequency multiple path radio system involving the software-defined technology.

Analysis of the state of space weather has shown that the ionospheric conditions were favorable for searching for a response of the medium to the typhoon action. Ionospheric response to the action of the supertyphoon Hagibis has been observed in the ionosphere at oblique incidence with the multi-frequency multiple path radio system involving the software-defined technology. The action of the super typhoon was accompanied by enhanced wave activity in the atmosphere acting to generate wave processes with periods of 12–15 to 60–150 min. Coupling in the atmosphere–upper-atmosphere–ionosphere system has been confirmed to be carried out with the atmospheric gravity waves. The ionosphere underwent the greatest impact on those days when the supertyphoon had maximum energy, on 8, 10, and especially 9 October 2019, and when the supertyphoon was found to be in the ~2,500–3,000-km distance range from the propagation path midpoints. Under the action of wave processes on 9 October 2019, the height of the reflection level was observed to oscillate within the 30–50 km to 60–90 km limits. The amplitude of the quasi-periodic variations in the ionospheric F-region electron density was estimated to be 10–12% for periods of ~20 min, and 30–60% for periods of ~60–120 min. The joint action of the dusk terminator and the supertyphoon has been confirmed to enhance wave activity in the ionosphere. Similar effects for the dawn terminator have not been detected. Manifestations of infrasonic oscillations in the ionosphere have been detected. The period of the infrasound changed from 2 min to 7 min, depending on the altitude of sounding. The relative amplitude of the quasi-periodic variations in the electron density varied in the 0.2–0.4% range. Synchronous quasi-periodic variations in the signal amplitude have been detected with a peak-to-peak amplitude of 10 dBV and a period of 7 min; these variations arise from radio ray focusing/defocusing caused by the quasi-periodic electron density variations produced by the action of infrasonic waves. The variations in the critical frequency of the F2 layer that could be due to the action of the typhoon have been detected.

Acknowledgment. Work by Qiang Guo was supported by National key R&D plan strategic international science and technology cooperation and innovation (2018YFE0206500). Work by L. F. Chernogor was supported by the National Research Foundation of Ukraine for financial support (project 2020.02/0015). Work by L. F. Chernogor, by K. P. Garmash, and by

V. T. Rozumenko was supported by Ukraine state research project #0119U002538.

Investigation of stratospheric aerosol within the space project Aerosol-UA

J. M. Dlugach[1], M. G. Sosonkin[1], Yu. S. Ivanov[1], I. I. Syniavskyi[1], Ye. A. Oberemok[2], G. P. Milinevsky[1,2]

[1] Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
dl@mao.kiev.ua

The aim of the Ukrainian space project Aerosol-UA is to perform precise orbital measurements of the intensity and polarization of sunlight scattered by the Earth's atmosphere and surface with the multi-angle multi-spectral scanning polarimeter (ScanPol) accompanied by the wide-angle multi-spectral imager-polarimeter (MSIP). The scanning polarimeter ScanPol is based on the concept of the Aerosol Polarimeter Sensor (APS) of the NASA's Glory space mission failed due to unsuccessful launch in 2011. ScanPol must allow to perform measurements of the Stokes parameters *I, Q* and *U* at 0.370, 0.410, 0.555, 0.865, 1.378, 1.610 μm in a wide range of scattering angles with a photometric accuracy of about 4% and a polarimetric accuracy of about 0.15%. A spectral channel centered at 1.378 μm is specifically intended for characterization of stratospheric aerosols. The point is that at this wavelength the water vapor in the troposphere can almost completely absorb the sunlight scattered by terrestrial surface, clouds and tropospheric aerosols that enables to retrieve the properties of stratospheric aerosols separately from those of tropospheric aerosols. Thus, the strong water-vapor absorption channel is necessary to cancel out radiation coming from the surface and troposphere while precise polarization measurements for multiple angles must yield detailed information about stratospheric aerosols. It should be noted that in order to have additional information on spatial distribution of stratospheric aerosols, it would be desirable to complete MSIP with a 1.378-μm polarimetric channel also. The typical amount of stratospheric aerosol (so called "background" stratospheric aerosol) is small. At the same time, the major volcanic eruptions cause the appearance of much thicker stratospheric aerosol layers consisting of sulfuric particles, which can have a significant

climate impact. But to date, there are observational data indicating an increase in the amount of the background stratospheric aerosol, which may be of anthropogenic nature, namely, be caused by emissions of SO_2 into the atmosphere. Besides, there are observations showing an existence of stratospheric smoke layers originated from wildfires. Thus, high precision data on stratospheric aerosols are of significant interest regardless of volcanic activity.

In our previous works, based on the results of the numerical modeling performed for an adopted model of stratospheric sulfuric aerosols formed as a result of Pinatubo eruption, it was shown that precise multi-angle photopolarimetric measurements performed in a 1.378-μm spectral channel allow to obtain high precision values of the optical thickness, effective radius and refractive index of stratospheric aerosols. Here, based on the results of numerically exact solutions of the vector radiative transfer equation we consider the case of background sulfuric stratospheric aerosol layer of much smaller optical thickness. The computations were performed for polydispersed sulfuric particles in the range of scattering angles $82° < \gamma < 145°$, optical thickness varying from 0 to 0.02, refractive index varying from 1.38 to 1.48 and various values of effective radius. The results demonstrate that even in the case of a very small amount of stratospheric aerosols, high-precision photopolarimetric data in a 1.378-μm spectral channel make it possible to retrieve the optical thickness, effective radius and refractive index of background stratospheric aerosols with sufficient accuracy.

Planetary waves in the southern polar atmosphere

A. Grytsai[1], O. Evtushevsky[1], G. Milinevsky[1,2], A. Klekociuk[3,4]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]National Antarctic Scientific Center, Kyiv, Ukraine
[3]Antarctic Climate Program, Australian Antarctic Division, Kingston 7050, Australia
[4]Department of Physics, University of Adelaide, Adelaide 5005, Australia
a.grytsai@gmail.com

The polar vortex is a significant feature of the southern stratosphere during winter and spring. In particular, the ozone hole is developed within the polar stratospheric vortex which prevents air mass mixing between the

middle and high latitudes. At this, the polar vortex is disturbed by large-scale atmospheric planetary waves penetrating from the troposphere into the stratosphere and dissipating there. Energy release during the dissipation causes sudden stratospheric warmings with the zonal wind deceleration, decrease of the ozone hole area and rising in the ozone levels.

Activity of the planetary waves at the stratosphere heights can be analyzed using the total ozone distribution because the predominant part of the atmospheric ozone is in the stratosphere. Parameters of the planetary waves are determined in the work considering the global ozone distributions obtained from satellite measurements. The regular satellite observations are carried out almost continuously from the end of 1978, therefore we analyze the ozone distribution over more than four decades. The planetary wave amplitudes and phases are calculated for the southern spring including September, October and November.

It is worth to denote that sharp changes in the ozone levels at the southern high latitudes were observed during the 1980s and 1990s. The ozone hole developed in the early 1980s with its area increasing in the following years. Nonetheless, from the 2000s the ozone hole parameters did not show any noticeable tendency, only high interannual variability was indicated with large and small ozone holes in different years. Besides total ozone values, we have also studied longitudinal positions of the quasi-stationary maximum and minimum in the ozone distribution in the latitude band 50–80S. The eastward ozone minimum shift was a tendency during the 1980s–1990s with further hiatus.

Thus, we have analyzed main features of the Antarctic ozone distribution during spring using satellite observations. This analysis supports the conclusion on stabilization in the ozone levels from the beginning of the XXI century. The stabilization observed now over the Antarctica could be a part of the general ozone recovery. Moreover, the eastward drift of the quasi-stationary ozone minimum was followed by its hiatus approximately in the same time and confirmed by CCMVal-2 modelling. On the background of the long-term tendencies, evident interannual variations in the ozone parameters are observed due to the planetary wave activity.

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

Tropopause features in the atmosphere over Antarctica

O. Ivaniha[1], O. Evtushevsky[1], A. Grytsai[1], G. Milinevsky[1,2], A. Klekociuk[3,4]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]National Antarctic Scientific Center, Kyiv, Ukraine
[3]Antarctic Climate Program, Australian Antarctic Division, Kingston 7050, Australia
[4]Department of Physics, University of Adelaide, Adelaide 5005, Australia
ivaoksi94@gmail.com

Tropopause behavior over Antarctic station Neumayer (70°39'S 8°16'W) has been considered from the perspective of chemical composition. In this analysis, ozonesondes measurements of temperature, ozone, and water vapor above Neumayer station were used. Using the relationship of the stratospheric tracer O_3 and the tropospheric tracer H_2O, the tropopause sharpness in terms of the chemical composition was studied. The tracer ratio near the tropopause indicates the characteristics of the tropopause transition layer where mixing of stratospheric and tropospheric air masses occurs. Using both stratospheric and tropospheric chemical tracers together with temperature lapse rate for the tropopause definition allows assessing tropopause thickness and characteristic of the stratosphere-troposphere and the troposphere-stratosphere exchange. The dynamics of the lowermost stratosphere above the tropopause and tropopause inversion layer possibly can serve as the tropopause wave source which could excite the stratospheric events like stratospheric warmings. Studying the tropopause parameters and its behavior using definitions of thermal, chemical and ozone tropopauses, we are trying to receive new data on this possible wave source.

Прояви ініціації суббурі за супутниковими та наземними вимірюваннями

Л. В. Козак[1,2], Б. А. Петренко[1], О. О. Кронберг[3]

[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна.
[2]Інститут космічних досліджень НАН України і ДКА України, Київ, Україна.
[3]Мюнхенський університет імені Людвіга Максиміліана, Мюнхен, Німеччина
gutovska@ukr.net

Складний ланцюг процесів що супроводжує прояв суббурі в магнітосфері та іоносфері Землі характеризується різними просторово-часовими масштабами. В рамках дослідження розглянуто послідовності подій, що супроводжують ініціацію і розвиток суббурі, та вказано на особливості геомагнітних пульсацій і механізми їх генерації. Проаналізовано вимірювання з 4-х космічних апаратів місії Кластер-2 та наземних станцій. Для дослідження супутникових вимірів флуктуацій магнітного поля використовувалися дані ферозондових магнітометрів (частота опитування 22.4 Гц), а для аналізу флуктуацій температури, швидкості і концентрації електронів і різних видів іонів вимірювання з експериментів PEACE і CIS-CODIF (частота опитування 0.125 – 0.25 Гц). Отримано, що під час ініціації суббурі, яка супроводжувалася диполяризацією (різкою зміною конфігурації магнітного поля від витягнутих в хвіст силових ліній до більш дипольної структури), спостерігається зміна плазмових параметрів. Зокрема, зафіксовано: зміну концентрації, істотне збільшення температури, а також збільшення флуктуацій компонент швидкості зі зростанням z-тової компоненти. У флуктуаціях тисків магнітного поля, теплового тиску електронів і протонів зафіксовано Pc5 (150 – 600 с) і потужні Pc4 пульсації (45 - 150 с), а також прямі і зворотні каскади. При цьому прямі каскади вказують на розпад великих структур, а зворотні каскади – наявність злиття/самоорганізації малих структур в структури побільше. Прояви розвитку суббурі в хвості магнітосфери Землі чітко проявляються і у вимірах наземних станцій мережі INTERMAGNET.

Отримані результати вказують на суттєву роль кінетичних ефектів в складному ланцюжку процесів в магнітосфері Землі в період вибухової фази суббурі.

Робота виконувалась у відповідності до цільової комплексної програми НАН України по фізиці плазми, за підтримки гранту 97 742 фонду Фольксваген (VW-Stiftung) та Міжнародного інституту космічних досліджень ISSI-BJ, Пекін, Китай.

Influence of eddy turbulence on formation of sporadic-E plasma layer

Yu. V. Kyzyurov[1], P. P. Malovichko[1]

[1]Main Astronomical Observatory, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
kyzyurov@mao.kiev.ua

It is known that sporadic-E is a thin layer of enhanced ionization in the E region ionosphere. The mechanism of the layer formation in the mid-latitude ionosphere is explained by wind-shear theory. According to the theory, the sporadic-E results from the interaction of plasma embedded in the neutral wind with the geomagnetic field under appropriate vertical profile of the horizontal wind velocity. The sporadic-E ion composition differs from that of the normal E-region. The ions in the layer are metallic with a very slow recombination reaction. In the present report, the results of wind-shear theory and the Richardson–Obukhov law for turbulent diffusion were used to obtain expressions that connect sporadic-E parameters with dissipation rate of turbulent kinetic energy. The mean rate of turbulent energy dissipation is a fundamental parameter of eddy turbulence and reflects the turbulent mixing intensity. The obtained expressions have allowed us to estimate the sporadic-E thickness (the vertical size) and its maximum plasma density when the layer was near 100 km altitude in the mid-latitude ionosphere. It was shown that if the dissipation rate has changed from 4 to 40 mW/kg, the ratio of the maximum plasma density in the layer to the plasma density of background E-region ionosphere has decreased from 4 to 1.3 while the sporadic-E thickness increased from 1 to 3 km. Thus, the eddy turbulence can play an essential role in formation of sporadic-E layers, controlling both their level above background plasma density and their vertical size.

Infrasound observation in Ukraine and Antarctica: prospects for the atmosphere study

O. I. Liashchuk, E. V. Karyagin, Yu. A. Andrushchenko

Main Center of Special Monitoring, National Space Facilities Control and Test Center, SSA of Ukraine, Gorodok, Ukraine
alex.liashchukk@gmail.com

Low-frequency atmospheric sound (infrasound) is generated by many natural and antropogenic sources, such as volcanoes and ocean waves, tornadoes, thunderstorms, meteoroids, icebergs calving, avalanches, explosions, mining, rockets. Infrasound waves (frequencies 0.03-20 Hz) slowly decay and propagate in the atmosphere over long distances, where they are recorded by ground stations (arrays of sensors). The timing and shape of the received signals provide information about the temperature and wind from the atmosphere through which the waves have passed. Signals from strong sources of infrasound, such as strong earthquakes, thunderstorms, volcanoes, and hurricanes, reach the heights of the ionosphere, causing disturbances in the total electron concentration (TEC) in the ionosphere. Propagating in the waveguides of the stratosphere and thermosphere, infrasound waves serve as a source of information about them, performing the task of remote sensing. Infrasound propagation is highly dependent on the detailed atmospheric wind morphology and temperature profiles. This creates the basis for the use of infrasound tomography as a means of determining the structure of the upper atmosphere.

Infrasound monitoring technology has received special development in connection with the signing of the Treaty on the CTBT. The network of 60 infrasound stations of the International Monitoring System with a global and uniform coverage and good data quality allows infrasound observations with high accuracy, thanks to a large number of sensor arrays evenly distributed around the world. Infrasound arrays are highly sensitive acoustic antennas that are capable of detecting and characterizing any coherent infrasound signals. In Europe, IMS stations, supplemented by national stations, are used to continuously monitor infrasonic activity over the continent.

In Ukraine, the network of infrasound stations is being developed by the Main Center for Special Monitoring. To date, three arrays of microbarographs have been installed, single sensors have been installed at

three observation sites, and it is planned to upgrade them to small arrays. It is important that the production of digital condenser microbarographs is now established in Ukraine, this greatly simplifies the creation of a network and its maintenance. In 2021, under the guidance of specialists from the MCSM, an infrasound array was deployed at the Vernadsky station in Antarctica. Chaparral Physics Model 64Vx microbarographs (USA, Alaska) were used as sensors. The first results are very encouraging. In all cases, data processing is carried out using the methods of progressive multichannel cross-correlation and F-statistics. The sources are located. We present the current state of national funds, links with international networks, show examples of registration of various events.

Cosmogenic beryllium-7 in near-ground air of Ukraine

N.I. Lozitska

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

The ^{7}Be isotope is of exclusively natural origin. This radionuclide attaches to submicron aerosols, in particular those containing artificial radionuclides, so ^{7}Be can be used as a marker to search for patterns of air mass movement. Studies of cyclic variations and episodic increases in volume activity (VA) of ^{7}Be are necessary to determine the natural background against which man-made increases in surface air radioactivity can be detected. Using measurements of radionuclide stations located in several regions of Ukraine, seasonal and long-term fluctuations of beryllium-7 VA in surface air were studied. The published data for 2002-2013 were used to search for correlations. We also used the new measurement results in 2017-2020 of the Main Center for Special Control in Ukraine (https://gcsk.gov.ua/). Seasonal changes in beryllium-7 activity were confirmed, with a maximum in April-August and a minimum in November-February. The dependence of the volume activity of beryllium-7 in surface air with the height of the tropopause was found (correlation coefficient r = 0.55, reliability of connection is more than 90%).

Model simulated AOD over Europe as a background field for data assimilation

N. Miatselskaya, A. Bril, A. Shylkova

Institute of Physics of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus
nata.miat@gmail.com

Aerosol optical depth (AOD) is an important characteristic of atmospheric aerosol. It is a measure of the column integrated aerosol load. AOD is derived from measurements by space-borne and ground-based remote sensing instruments.

There can be large differences in AOD retrieved using different satellite instruments and retrieval techniques. Global ground-based network of sun photometers AERONET provides accurate aerosol data. AERONET observations of AOD have an uncertainly of ~0.01-0.02. However, AERONET observations are sparse in space and time. Model simulations provide information on AOD with complete spatial and temporal coverage. However, modeling results have a large uncertainty.

To obtain a likely true estimate of the spatial and temporal distribution of AOD, data assimilation technique can be applied. Data assimilation methods combine observational data with a background field often consisting of a model forecast in order to produce analyses of the state of the system. To obtain the background field, we use the global chemical transport model GEOS-Chem (v12.1.1) for calculating AOD at 440, 675 and 870 nm wavelengths over Europe with horizontal resolution 0.25^{o} in latitude, 0.3125^{o} in longitude.

GEOS-Chem-predicted AOD values were compared to AERONET data over the grid cells locating the AERONET sites for the period from 1.01.2015 to 1.07.2015. The overall comparison for 91 sites shows the correlation coefficient 0.60 for 440 nm, 0.53 for 675 nm, and 0.45 for 870 nm. These results are in good agreement with other authors' studies.

Spatio-temporal model errors correlation function is determined assuming homogeneity and isotropy of model errors and perfection of measurement data. The correlation function and the background field will be used in data assimilation algorithms in future work.

This work is supported by Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research.

The influence of meteorological conditions on the formation of atmospheric air pollution level by carbon monoxide in Ukrainian cities

L.M. Nadtochii, I.V. Dvoretska, M.V. Savenets

Ukrainian Hydrometeorological Institute, Kyiv, Ukraine
onoslyuda@uhmi.org.ua

The study is dedicated to the analyses of carbon monoxide (CO) variability and the influence of meteorological conditions on its distribution in Ukrainian cities. It was carried out using the monthly average concentrations of CO and meteorological parameters for the period of 2000–2018.

The seasonality of CO amplifies in case of emission decrease from point sources. It might increase the sensitivity to emissions impact from wildfires during the warm period. Inter-annual variations coincide with the quasi-periodic changes of meteorological conditions, forming the periods of about 2.0–3.7, 4.0–5.2, 6.2 and 9.3 years. It was found the dependence between CO inter-annual variations and air temperature and wind which are crucial for pollutants' accumulation and dispersion.

The models, which describe the dependence of CO from the meteorological conditions, were created. CO content in the overwhelming majority of industrial cities correlates with wind, air temperature and atmospheric pressure. The study found that wind speed changes by 1–2 m/s cause the pollutants' content changes by 30–45%. Wind direction and wind components are characterized by local influences which could be research using the information about the location of monitoring sites and the main emissions zones. Air temperature defines the speed of chemical reactions and causes concentrations changes in the atmosphere by 15–35%. CO dependence on the atmospheric pressure changes indicates the impact of synoptic situation

Electric field in the ionosphere perturbed from the near-ground ULF electric current source: different configurations of the geomagnetic field and new results

Yu. G. Rapoport[1,2], V. M. Reshetnyk[1], V. V. Grimalsky[3], A. V. Grytsai[1], A. I. Liashchuk[2], V. M. Ivchenko[1], A. K. Fedorenko[4,1], S. S. Petrishchevskii[1]

[1]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[2]National Center for Control and Testing of Space Facilities of the State Space Agency of Ukraine (NCCSSAU).
[3]CIICAp, Autonomous University of State Morelos (UAEM), Cuernavaca, Mexico.
[4]Space Research Institute of National Academy of Sciences of Ukraine and State Space Agency of Ukraine, Kyiv, Ukraine
yuriy.rapoport@gmail.com

The penetration of an electric field through the lithosphere (Earth)-atmosphere-ionosphere-magnetosphere (LEAIM) system is of a dynamic nature due to the variation in time both of properties of the atmosphere and of the external sources. Also it should be taken into account the possible propagation of electromagnetic disturbances over large distances along the geomagnetic field lines. This propagation results in retardation of the electromagnetic field. Thus, the correct formulation of the problem should be done, generally speaking, on the base of a dynamic approach with solving the Maxwell equations.

The problem of the penetration of electric fields from atmospheric near-Earth electric current sources to the ionosphere is investigated both within the dynamic simulations and within the simplified quasi-stationary approach. The external electric current sources have maximum value 0.1 $\mu A/m^2$ and time dependence in ULF range ($\omega \leq 0.1\ s^{-1}$). The same current sources can have a seismic origin. Two cases of the geomagnetic field lines are considered. The first case is the penetration of the geomagnetic field lines deeply into the magnetosphere (for sufficiently high latitudes), whereas the second one is the return of these lines into the Earth's surface.

Naturally, for the electromagnetic field at the "second end" of the line of force, where the numerical calculation completes, there are significantly different boundary conditions. In the first case, this is the condition of radiation, and in the second case, the tangential component of the electric

field is equal to zero, if the conductivity of the Earth is considered as equal to infinity.

It is demonstrated that in the first case the results of the dynamic simulations differ essentially from the quasi-electrostatic approach and the quasi-stationary approach is not valid there. In the second case the results of simulations are practically the same both within the dynamic approach and within the quasi-electrostatic one. The explanation is the processes in the ionosphere and the magnetosphere are principally dynamic, so quasi-electrostatics case may be justified only at small spatial scales, in particular, for the case of closed field lines.

The values of the electric field obtained in the dynamic approximation are of about several (1 - 5) mV/m in the ionosphere F-layer and in the lower magnetosphere. The same results were obtained for the quasi-stationary approximation in the case of closed field lines. The simulated values are of a qualitative agreement with the results of observations.

In this simplified approach (elimination of the part of ionosphere above 300 km for the case of closed field lines) the results of quasis-electrostatic simulations are an agreement with the dynamic simulations under inclination angles of geomagnetic field $\theta_i > 20^o$.

Planetary waves in the mid-latitude mesosphere during sudden stratospheric warming 2021

Y. Shi[1], G. Milinevsky[2,3], O. Evtushevsky[2], Y. Andrienko[2], V. Shulga[1]

[1]International Center of Future Science, College of Physics, Jilin University, Changchun, China
[2]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
[3]National Antarctic Scientific Center, Kyiv, Ukraine
shiyu_jlu@qq.com

We study the impact of sudden stratospheric warming (SSW) in the Arctic in winter 2021 on the mid-latitude mesosphere. The air temperature and geopotential height from the satellite measurements with Aura Microwave Limb Sounder (Aura MLS) are used. This work is focused on relation between planetary waves with zonal numbers $m = 1$ and $m = 2$.

In winter 2021, the SSW event occurred in the first week of January and time series for December 2020 – January 2021 (N = 60 days) are under consideration. Typically, in the winter stratosphere, the wave 1 and wave 2 are nearly anti-correlated in time, as has long been known from the

observations [1] and modeling [2]. Analysis of the MLS data has shown that wave 1 in the mesosphere consistently lags behind wave 2 by several days.

To quantitatively descry wave 1 and wave relation, moving correlation between time series of wave amplitudes was calculated. The altitudes between 20 km and 96 km (more than 30 levels) available in the MLS data were covered. Total family of the curves with the moving correlation for time lags between –2 days and +13 days was created. It reveals significant difference in the curve shape in the stratosphere–lower mesosphere and upper mesosphere–mesopause region. Negative correlations around zero lag (up to $r = -0.5$) and positive correlation (with maximum $r = 0.4–0.6$ at 1–5 day lag of wave 1 relative to wave 2), respectively, are dominated.

The altitudes of transformation in waves 1–2 coupling have been identified. The lagged correlation in the mesosphere significant at the 95% confidence limit is observed between 75 km and 91 km. Negative correlation around zero time lag appears at 61–64 km and below. The transition layer between positive (mesospheric type) and negative (stratospheric type) correlation exists within 65–70 km altitude range. These results are important for improved description of wave–mean flow interaction in the mesosphere.

In future work, it is need to clarify the cause of appearance of (i) the transition layer in wave 1–2 coupling type and (ii) maximum correlation between mesospheric wave 1 and wave 2 with time lag of 1–5 days.

This work was partly supported 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.

1. Labitzke, K. Interannual variability of the winter stratosphere in the Northern Hemisphere. Mon. Wea. Rev. 1977, 105, 762–770.

2. Robinson, W.A. A model of the wave 1–wave 2 vacillation in the winter stratosphere. J. Atmos. Sci. 1985, 42, 2289–2304.

Ionospheric effects of tidal waves from measurements of the radio telescope "URAN-4"

M.I. Ryabov, L.I. Sobitnyak

URAN-4 Observatory, Radio-astronomical institute of NAS of Ukraine
sobitniak@gmail.com

Examines data on the effects of the lunar tidal wave in the Earth's upper atmosphere on the observed flux of radio sources. Monitoring of the fluxes of

powerful galactic and extragalactic radio sources is carried out at the URAN-4 radio telescope of the Odessa Observatory of the Institute of Radio Astronomy of the NAS of Ukraine since 1987 till now. The monitoring program includes radio galaxies 3C274, 3C405 and supernova remnants 3C144, 3C461. Changes of fluxes of radiation sources at decameter waves are determined by the condition of an ionosphere resulted due to space weather variation and tidal events. When radio sources are observed through a tidal wave, a "plasma lens" effect is realized in the ionosphere. Depending on the position of the radio source relative to the tidal wave, the radiation wave front is sought. As a result, various effects are realized: strong focusing, intense flickering or "blurred" recording of the radio source. According to the data of radiation monitoring of powerful radio sources, the dimensions and structure of the tidal wave zone in the upper atmosphere producing the effect of "plasma lensing" have been determined. The total size of this zone according to observations on frequent 20 and 25 MHz is on the order of 30–60 angular degrees in right ascension and declination.

The state-of-art of scientific instruments design for the Aerosol-UA satellite project of aerosol remote sensing in the atmosphere for climate applications

I. Syniavsky[1], Ye. Oberemok[2], G. Milinevsky[1,2], M. Sosonkin[1], V. Danylevsky[2] , Yu. Ivanov[1], J. Dlugach[1], I. Fesianov[2], Y. Yukhymchuk[1]

[1] Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
[2] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
syniavskyi@gmail.com

The instruments state-of-art for Ukrainian space project Aerosol-UA is presented. The instruments are designed for study the terrestrial atmospheric aerosol spatial distribution and microphysics to quantify the aerosol contribution to the climate change. The aerosol remote sensing concept of the project is based on precise orbital measurements by the scanning polarimeter ScanPol accompanied by the wide-angle multispectral imager-polarimeter MSIP. The ScanPol is designed to measure Stokes parameters *I*, *Q*, *U* of scattered by aerosols sunlight within the spectral range from the UV to the SWIR in a wide range of phase angles. The design of imager–polarimeter MSIP provides the measuring of distribution of Stokes parameters *I*, *Q*, *U* across the scattered light scene in FOV 60°x60^{o}

simultaneously in three spectral channels. The measured Stokes parameters will be used as input parameters in the GRASP algorithm for retrieving aerosol optical depth, distribution and microphysics.

The ScanPol structurally consist of two independent parts which are static polarization state analyzer (PSA) and rotating two mirror scan system (TMS). The polarimetric models of these parts were developed and used to estimate straight instrumental polarization of ScanPol. For the PSA the effect of Wollaston prisms' axes orientation on polarization's measurement error is considered. The estimations of the instrumental polarization dependence of the two mirror system on the error of mirror adjustment is considered as well. It is also shown that instrumental polarization of the TMS should demonstrate a dispersion in contrast with the PSA. The PSA and TMS developed models show the errors in Wollaston prisms orientation below 2 arcmin and errors in mirrors set below 15 arcmin, which leads to an error of the light linear polarization degree of □p □ 0.15% in all spectral ranges of the ScanPol.

The polarimeters optical layout is considered. The spectral characteristics of the transmission of optical channels and the results of the device signal/noise ratio measurements are given. The procedure of assembling and adjusting the mirrors that allowed to install mirrors of TMS with a mutual arrangement error less than 6 arcmin is described.

The polarimetric model of the MSIP similar to the ScanPol instrument is developed as well. Additionally, for the MSIP the problem of images matching in parallel channels (geometric calibration) is considered and solutions to errors decrease are proposed. Since the one of polarimetric MSIP modules for 555 nm has been produced and assembled, it was used to verify the polarimetric and geometric calibration approaches. The results of laboratory and field test measurements are presented. In lab experiment with a high quality linear polarizer, the MSIP 555p module demonstrated the degree of linear polarization measurement error below 1%.

Planetary wave influence on annual ozone distribution in the Northern Hemisphere

C. Zhang[1], G. Milinevsky[1,2,3], O. Evtushevsky[2], Y. Andrienko[2], V. Shulga[1]

[1]International Center of Future Science, College of Physics, Jilin University, Changchun, China
[2]Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine
[3]National Antarctic Scientific Center, Kyiv, Ukraine
1577745810@qq.com

Continuous measurements of the total ozone with Dobson spectrophotometers are carried out at Ukrainian station Kyiv–Goloseyev in the northern middle latitudes (since 2010). In many works of Ukrainian researchers, local ground-based ozone variations were analyzed in comparison with satellite data, as well as with regional and global ozone tendencies. This study investigates the effects of stationary atmospheric centers of action in polar, middle and subtropical latitudes on the annual cycle of total ozone in the northern mid-latitudes. The SBUV merged ozone dataset (MOD), Version 8, and the NCEP–NCAR reanalysis data are used. The 5°×10° latitude×longitude gridded means from the MOD data over 1979–2011 were analyzed. The zone 50–55°N, which includes Northern Ukraine and the station Kyiv–Goloseyev (50.4°N) was chosen. This zone passes through large-scale total ozone anomalies, which are zonally asymmetric and are associated with stationary planetary wave structure. The results of sequential analysis of the seasonal total ozone tendencies in the 36 longitudinal segments of the zone 50–55°N have been presented. The longitudinal ranges of the main regional anomalies in the total ozone annual cycle have been determined. The larger annual cycle amplitude in the Aleutian Low region is associated with its earlier development by about one season (2–3 months) in comparison with that in the Azores High region. In general, this is consistent with previous studies based on shorter time series. Unlike them, more differentiated and systematic attribution of possible sources of the anomalous annual cycle has been made. The specific role of the troposphere, tropopause and stratosphere in the formation of the annual cycle in the northern mid-latitudes has been accentuated. The main factors contributing to the significant zonal asymmetry in the total ozone annual cycle have been identified: (1) different tropopause seasonality in the mid-latitude Aleutian Low and subtropical Azores High regions; (2) zonal asymmetry in the lower stratospheric ozone accumulation with more intense

and faster Brewer–Dobson circulation in the Aleutian Low region, where the earlier (February) and higher (300 Dobson Units) maximum in the lower-stratospheric ozone (10–25 km) is observed; in the Azores High region, the weaker and slower ozone build-up forms the later (April) and lower (220 Dobson Units) ozone maximum; (3) impacts of stationary wave 1 and wave 2 on stratospheric polar vortex location relative to the North Pole; vortex displacements towards the European sector bring the low-ozone polar air to the mid-latitude zone, where it merges with low-ozone subtropical air; this forms the main zonal ozone minimum, which is under influence of seasonal changes in both polar and subtropical atmospheric processes, whereas annual cycle in the Aleutian Low region is sensitive mainly to the mid-latitudinal processes. Future studies are needed to assess the influence of the seasonality of the tropopause and zonally asymmetric annual cycle in ozone on regional stratosphere–troposphere exchange and regional climate.

This work was partly supported 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.

ІСТОРІЯ АСТРОНОМІЇ

HISTORY OF ASTRONOMY

A copy of astronomical treatise "Commentary on the Almagest", by Nasir al-Din al-Tusi in Ottoman Sultan Fatih Sultan Mehmet's library

Y.N. Aliyev

ADA University, Baku, Azerbaijan

Ptolomeus' "Almagest" is one of the most important books that modern science inherited from ancient Greek culture. The book starts with elementary geometry theorems and tables, after which astronomy knowledge of ancient Greek culture is systematically developed. Islamic astronomy was largely influenced by this book and it was translated and commented by several scientist of Islamic world including Tusi. In the presentation the history of these translations and commentaries will be discussed. The recently found copy of this book in the library of Ottoman Sultan Fatih Sultan Mehmet is very different from the other available copies of this book. First of all, it is very different because of its esthetic characteristics: beautifully drawn diagrams, mathematical notations and numbers are handwritten in red and golden colors, etc. Not surprising because this copy is made for the head of the most powerful state of XV century. Secondly, the original text by Ptolomeus is translated and commented in a very elegant way so that it is easy to see which part is commented.

The participants of the presentation will obtain free electronic copy of this book.

Астрометричні дослідження в обсерваторіях України у XIX столітті.

Т.Г. Артеменко

Головна Астрономічна обсерваторія НАН України

Представлено огляд робіт з астрометрії, що проводилися у створених у XIX столітті університетських обсерваторіях Києва, Харкова, Одеси, Миколаївської (Морської) обсерваторії та Південних відділеннях Пулковської обсерваторії (з 1899 року відділення працювало в Одесі, у 1912 році переведено до Миколаєва). Формування тематики наукових досліджень (переважно астрометричних) в обсерваторіях відбувалося в контексті міжнародних

програм, зокрема проекту "Карта неба", зонних каталогів AG. Створені в обсерваторіях України каталоги зір увійшли до відомих абсолютних Пулковських каталогів, які, в свою чергу, склали основу фундаментальних систем Ауверса, Босса, Ньюкомба.

Astrometric scientific school at the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine

T.G. Artemenko, I.B. Vavilova

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

Since the establishing of the Main Astronomical Observatory of the NAS of Ukraine (MAO NASU) in 1944, the main research fields were related to the astrometry both theoretical works and observational (installation of new telescopes). We defined three “genealogical scientific trees” of astrometric schools, where two of them were formed under the leadership of outstanding personalities of the XX century, Prof. Alexander Ya. Orlov (the founder and first director of the Observatory, 1944–1948, 1950–1951), who moved to Kyiv from Poltava, and Prof. Avenir A. Yakovkin (director of the Observatory in 1952–1959), who moved to Kyiv from Kazan. The third genealogical tree has grown from the Pulkovo astronomical school. A brief explanation of scientific astrometric school’s tree at the MAO NAS of Ukraine is below (the years of the Cand. Sci. and Doctor Sci. thesis defense are pointed in brackets).

Astrometry and Global Geodynamics.

A.Ya. Orlov and his followers at the MAO NASU: O.K Korol’ (1950, 1974), V.V. Konin (1953), M.S. Fedchun (1954), **E.P. Fedorov** (Dr. Sci. 1957).

The followers by **E.P. Fedorov**,who founded the new research field as the “*astrogeo dyna-mics*”: I.I. Glagoleva (1976), ***Ya.S.Yatskiv*** (1965, 1975), S.P. Major (1967), ***V.K.Tarady*** (1968), A.O. Korsun (1969), I.V. Dzhun’ (1974, 1992), ***M.T. Mironov*** (1975, 1994).

The followers by **V.K. Taradii**: M.L. Tsesis (1984), K.Kh. Nurutdinov (1988), S.P. Rudenko (2000). The follower by M.T. Mironov is N.I. Kablak (1999, 2014).

The followers by **Ya.S. Yatskiv**, who founded the new research field as the “*space geody-namics*”: A.N. Kur'anova (1976), S.I. Ignatovich (1983), ***V.Ya. Choliy*** (1991), ***M.M. Medvedsky*** (1993), ***O.O. Khoda*** (2000), S.L. Bolotin (2001). The follower by V.Ya. Choliy: V.P. Zhabrovskyi (2015).

The follower by M.M. Medvedsky: V.R. Suberlyak (2002). The followers by O.O. Khoda: M.O. Lytvyn (2010), M.V. Ishchenko (2013).

Fundamental astrometry and Photographical astrometry (branch of the Pulkovo scientific school).

I.G. Kolchinskii (sci. supervisor prof. G.A. Tikhov; 1947, 1969) and his followers G.A. Ivanov (1980), M.A. Vasilenko (1977), L.K. Pakuliak (1992).

A.B. Onegina (sci. supervisor prof. A.N. Deich; 1952) and her followers S.P. Rybka (1980) and A.I. Yatsenko (1983, 2002).

A.S. Kharin (sci. supervisor prof. A.O. Sapar; 1965, 1984) and his followers M.F. Minyilo (1981); P.F. Lazorenko (1985), A.V. Bakhonskyi (1992).

Fundamental astrometry and research of the Moon.

A.A. Yakovkin and his followers at the MAO NASU: ***I.V. Gavrilov*** (1961, 1965), ***D.P. Duma*** (1963, 1982), I.M. Demenko (1963).

The followers by ***D.P. Duma***: Yu.I. Safronov (1982), L.N. Kizyun (1985), Yu.N. Ivashchenko (1992), L.N. Svachij (1996), O.V. Kozel (Bolotina) (2000).

The followers by ***I.V. Gavrilov***: A.S. Duma (1977), ***V.S. Kislyuk*** (1970, 1986), N.V. Kharchenko (1984, 1990).

The followers by ***V.S. Kislyuk***: R.L. Semerenko (1988), O.V. Rel'ke (1993), T.P. Sergeyeva (1999), L.V. Kazantseva (2004), I.V. Kulyk (2005).

Астроном-математик Йоганн Кеплер. До 450-річчя від дня народження

Л. С. Баштова

Державний політехнічний музей при «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Біографія Йоганна Кеплера (1571—1630), філософа, математика, астронома і оптика, вже давно привертає увагу дослідників історії науки і техніки. Незважаючи на велику кількість публікацій, щоразу з’являються все нові і нові подробиці його життя та наукової діяльності.

Серед інших життєвий шлях вченого досліджували в XX ст. К.Л. Баєв («Создатели новой астрономии. Коперник. Бруно. Кеплер. Галилей», 1955), О. П. Мороз («Прекрасна ли истина?», 1989), В. Є. Білоручкин («Кеплер, Ньютон и все-все-все...», 1990) та ін. В

1972 р. Ю. М. Медведєв написав та видав історичну повість «Капитан звездного океана. Кеплер». Ці книги представлені у фондах найбільшої вузівської бібліотеки України – бібліотеки КПІ ім. Ігоря Сікорського. В бібліотеці КПІ зберігаються й роботи Кеплера. Серед них: «Новая стереометрия винных бочек преимущественно австрийских как имеющих самую выгодную форму и исключительно удобное употребление для них кубической линейки с присоединен. и дополн. к Архимедовой стереометрии» перекдад Г. М. Свешнікова, 1935 р.» та «О шестиугольных снежинках» (видана АН СРСР, 1982 р.)

Кеплер походив з бідної протестантської сім'ї з Вюртемберга і навчався в Тюбінгенській академії. Слухаючи астрономічні курси, побудовані відповідно до геоцентричної системи Птолемея, почувши ідеї Миколи Коперника, він одразу став прибічником його геліоцентричної системи. Після закінчення академії був викладачем математики в гімназії міста Грац (Австрія), де написав свій перший великий твір «Таємниця Всесвіту» (1596), в якому намагався встановити числову залежність між відстанями планет від Сонця і розмірами правильних багатогранників. В 1600 р. через релігійні переслідування з боку католиків він переїхав до Праги (де, згодом, стає придворним математиком кайзера Рудольфа II), до відомого астронома Тихо Браге, після смерті якого (1601) отримав матеріали його багаторічних високоточних спостережень

Серед праць виданих у Празі трактат з оптики «Доповнення до Вітеллія» (1604) про застосування оптики до астрономії, в якому розглянув астрономічну рефракцію і вказав на сяйво, що з'являється навколо Сонця під час повного сонячного затемнення - сонячну корону. Там же він вперше представив закон убування освітленості (обернено пропорційно квадрату відстані від джерела). В іншому трактаті «Діоптрики» (1611) Кеплер описав винайдений ним телескоп, так звану зорову трубу Кеплера (побудовану в 1613 р. Кристофом Шайнером).

1609 р. Йоганн Кеплер опублікував трактат «Нова астрономія» (1609), присвячений вивченню руху Марса за спостереженнями Браге. Ця праця містить його перші два закони руху планет. У 1612 р. Кеплер переїхав в Лінц, де 1619 р. була написана його праця «Гармонія Світу», в якій він дав формулювання третього закону.

Він вважав світ реалізацією деякої числової гармонії. 1611 року Кеплер опублікував трактат «Про шестикутні сніжинки», який став початком досліджень в галузі регулярних й нерегулярних структур, а у 1619 р. Кеплер видав трактат «Про комети».

Робота Й. Кеплера «Скорочення астрономії Коперника» (1622, у трьох томах) містить висновок, що перші два закони, встановлені для Марса, відносяться до всіх планет і до руху Місяця навколо Землі, а третій закон додається й до чотирьох супутників Юпітера. В ній було детально представлено астрономію Коперника. У цій роботі вчений виклав теорію і способи передбачення сонячних і місячних затемнень. Цю свою працю, Й. Кеплер включив до опису своїх відкриттів в астрономії.

Кінець життя вчений прожив у бідності. Розпочата Тридцятирічна війна і посилення переслідувань протестантів католиками змусили його шукати притулку в Ульмі. Там, у 1627 р., він закінчив останню свою велику роботу «Рудольфови таблиці», що підводила підсумок його багаторічної праці з обробки спостережень Браге. Ці таблиці давали можливість в зручній формі обчислювати для будь-якого моменту часу положення планет з високою для тієї епохи точністю. Ефемериди, обчислені Кеплером на підставі цих таблиць, дозволили йому передбачити проходження Венери по диску Сонця, яке відбулося 1631 р. В 1628 р. вчений став астрологом у полководця А. Валленштейна і до 1630 р. жив у містечку Загане (нині Жагань, Польща). Останній твір Кеплера - фантастичний роман «Сон», було видано вже після його смерті у 1634 р.

Кеплер опублікував багато книг і статей. Його чудові математичні здібності проявилися не тільки в астрономічних роботах, а й при визначенні об'ємів тіл («Нова стереометрія винних бочок», 1615). Задля цього він використовував елементи інтегрального числення, то були перші кроки на шляху аналізу нескінченно малих та винайдення математичного аналізу. Він оригінальними способами знайшов об'єми багатьох тіл, що обертаються. Відразу ж після відкриття логарифмів Кеплер дав детальну теорію їх використання для обчислень (1614) і склав таблиці логарифмів, за структурою схожі на сучасні (1624). Він увійшов і в історію проективної геометрії, адже вперше ввів найважливіше поняття нескінченно віддаленої точки.

У фізиці Й. Кеплер застосував термін інерція, як природну властивість тіл чинити опір прикладеній силі. Він міркував про тяжіння, що діє між небесними тілами, і пояснив припливи і відливи земних океанів впливом Місяця. Вчений говорив: «Гравітацію я визначаю як силу, подібну до магнетизму — взаємного тяжіння. Сила тяжіння тим більше, чим обидва тіла ближче одне до іншого.»

Доробок вченого вагомий, навіть, геніальний. Важко уявити, що він належить лише одній людині яка жила та творила майже пів тисячі років тому. В пам'ять про Й. Кеплера його ім'ям названі кратери на

Місяці і на Марсі, астероїд 1134, наднова, описана ним за власними спостереженнями у 1964 р. Символічно, що на його честь був названий космічний телескоп, запущений 6 березня 2009 р. Тож, «Кеплер» продовжив дослідження космічних глибин вже XXI столітті!

When scientists become amateurs: two biologists in astronomy

O. I. Boldyryev

Bogomoletz Institute of Physiology of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

There are thousands professionals in different fields who are engaged in amateur astronomy worldwide. Some of them are researchers in other science departments. Here we discuss personal stories of two amateur astronomers whose main activities lay in biology.

Theodor Stephanides (1896-1983) was a radiologist, hydrobiologist, historian as well as a poet, translator and intellectual of Greek and English origin. A “Renaissance man” of his time he appears as a character of Gerald and Lawrence Durrell memoirs books on Kerkyra (Corfu) island. Stephanides authored more than 20 research publications in different branches of knowledge. Interestingly, his first known reports are of astronomy. Contrary to popular view that Stephanides engaged in astronomy under Camille Flammarion during studies in Paris Medical School in 1922-1928, he became French Astronomy Society member on Feb 7, 1915 while reporting two observations: of lunar crater Thebit and Rupes Recta (with four drawings); of meteor shower and bolide observation on Jul 28, 1914. Stephanides regularly reported his observations to the Society in 1915-1924, even from Macedonian and Turkish battlefront!

There is also a paper in L’Astronomie vol. 48 in 1934 co-authored by Stephanides, Spanish astronomer Ramon Aller, and Luxemburgish writer and engineer Franz Servais, which summarizes meteor shower observations of July 9, 1933. These observations did not stop later, as Theodor admits an accurate astronomic diary he kept at that time giving an example of 1936 Peltier comet observation. In 1924-1940 Astronomical Observatory of Corfu existed and its founder was a French astronomer Felix Lameche who issued a number of Lunar maps in 1950s with a satellite crater Roemer A called “Stephanides” (this name was never accepted by International Astronomy Union). It is possible that Ourania journal published by Greek Astronomy Society has more reports or articles by Theodor Stephanides, as he was active Society member until 1938. Another evidence of his later

astronomy activity is a meeting of British Astronomical Association on Nov 1982 where its secretary N. J. Goodman reported of Dr. Stephanides's gift of numerous astronomic books, journals and periodicals. Beside observation reports, Stephanides wrote a number of poems about stars and planets. Among them, a poem "Modern Constellations" published in Sky and Telescope US magazine in Sep 1955. Vera Konidari summarizes his poetical heritage as filled with various depiction of night sky with stars and the Moon – from romantic to ironic. Theodor Stephanides's substantial contribution to observational astronomy remains neglected and cries for its researcher.

Boris Balinsky (1905-1997) was a world leading Ukrainian embryologist as well as outstanding entomologist. Boris was born in Kyiv where he conducted in age of 19 his first experiment published in an influential German journal, and became Kyiv University professor at 28 to read the first Ukrainian language course in general zoology. Balinsky left Ukraine during German occupation because of before-war political persecution of his family, so his name was silenced in Soviet Union later. He worked in Germany and Scotland after World War II, and since 1949 he lived in South Africa. As his relatives and friends recall, besides his biology research Balinsky was an active astronomy amateur. In contrast to Stephanides who died in 1983, Balinsky was happy to observe Halley comet twice in his lifetime: 5-year old boy in Ukrainian village and as a 81-year old man in South Africa. His family lived in Kyiv close to Astronomical Observatory of Kyiv University, so his private visits to university colleagues could not be ruled out. He had a small telescope in South Africa. It will be useful to search through Ukrainian archives for any reports of Balinsky's involvement in astronomy. Interview series with Balinsky close circle in South Africa are planned in collaboration with Ukrainian Association of South Africa where emphasis on his astronomy activities should be made.

"Сонячна служба" довжиною в життя. До 100 річчя з дня народження Євгенії Миколаївни Земанек

Л.В. Казанцева

Астрономічний музей Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Астрономічний музей АО КНУ серед іншого продовжує пошуки інформації про життєвий та науковий шлях колишніх співробітників

Обсерваторії. Крім власних фондів музею для дослідження залучаються і публікації різних джерел, спогади сучасників, матеріали, отримані в спілкуванні та листуванні з рідними, збірки інших архівів та музеїв.

Відтворити та узагальнити інформацію про життя і науковий доробок Є.М. Земанек (17.02.1921 — 18.03.1995) де в чому було простіше, бо практично зі студентської лави вона потрапила до Київської університетської астрономічної обсерваторії і працювала тут до виходу на пенсію. На додачу й весь цей час мешкала з родиною на території садиби АО.

Народившись на Уралі, в дівочості Євгенія Баженова, закінчила тодішній Свердловський університет у 1944 р. і вже студенткою, працюючи в складі евакуйованої під час війни КАО, почала досліджувати сонячну активність. В часи війни ця робота проводилась для потреб армії, і першою надрукованою науковою працею Є.М. Земанек став текст її доповіді на конференції в Києві, присвяченій 100-річчю Київської обсерваторії "Фотосферна активність Сонця 1942-1944 рр". В ній підсумовувалась робота мережі сонячних обсерваторій на теренах колишнього Союзу. Розпочавши в юні роки роботу в Службі Сонця, цьому напрямку Євгенія Миколаївна віддала все своє наукове життя. Змінювались методи досліджень, з чисто візуальних замальовок перейшли на фотографічні спостереження, потім на спектральні. Але незмінним залишався щоденний моніторинг сонячного стану, видимий з Землі, в чому і полягала ця "сонячна служба", яку довгий час проводила Євгенія Миколаївна сама, згодом організовувала і забезпечувала роботу служби серед розширеного відділу Сонця в Обсерваторії. Наукова робота, багато спостережень, підготовка і захист дисертації, участь в експедиціях до смуг сонячних затемнень, читання науково-популярних лекцій для різних аудиторій не завадили їй ще й взяти на себе великі за обсягом обов'язки голови Київського відділення Всесоюзного астрономо-геодезичного товариства, які вона з успіхом виконувала останні півтора десятиліття свого життя.

Скромна в житті та побуті, наполеглива і вимоглива до себе та інших в наукових питаннях, Євгенія Миколаївна Земанек такою залишилась в пам'яті тих, кому пощастило її знати особисто.

Історія однієї картини, що дозволила відтворити деякі події та співробітництво

Л.В. Казанцева

Астрономічний музей Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Наприкінці 2020 року пішов з життя один із найстарших мешканців садиби Астрономічної обсерваторії з роду Путіліних, Світозар Іванович. Його батько, Путілін Іван Іванович (1893-1954) обійняв посаду старшого астронома-спостерігача Київської астрономічної обсерваторії ще у 1934 році на запрошення тодішнього директора АО професора С.Д. Чорного і все життя пропрацював в Обсерваторії та університеті, а під час війни викладав в Об'єднаному українському університеті в Кизил-Орді. Його дружина Путіліна Н.М. навчалась в Одеському та Московському університетах, все своє київське життя викладала в київських вишах — в Інституті кіно інженерів, КПІ, Військовому інженерно-авіаційному училищі та деякий час була бібліотекарем АО. Отримавши при переїзді до Києва квартиру на Обсерваторій гірці в професорському флігелі АО, родина була свідком і учасником багатьох подій життя Оберваторії, про що неодноразово розповідали Путіліни на різних заходах. Арешт і страта в 1937 професора П.К. Нечипоренка, робота Обсерваторії в умовах фашистської окупації, переховування євреїв на території садиби АО, порятунок майна і бібліотеки Обсерваторії від вивезення в Німеччину, урочисте відзначення 100-річчя обсерваторії, будівництво Лабораторно-житлового корпусу Обсерваторії, спостереження перших штучних супутників Землі, зародження і робота при Обсерваторії Астрономо-Геодезичного товариства та Київського планетарію. І ще багато-багато іншого пройшло не без участі представників родини Путіліних.

Після прощання зі С.І. Путіліним рідні передали до Астрономічного музею декілька папок з рукописами І.І Путіліна та картину, яка займала почесне місце в його кабінеті з 1945 р. за життя і потім була сімейною реліквією аж до 2020 р. Історію написання картини та її автора вдалося відновити через вивчення багатьох джерел інформації.

Участь київських астрономів в полярних дослідженнях до появи Станції "Академік Вернадський" за матеріалами фондів Астрономічного музею

Л.В. Казанцева

Астрономічний музей Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

В рік, коли Україна відзначила 25-річчя своєї антарктичної станції, важливо відновити імена тих науковців, які стояли у витоків досліджень земних полюсів і приполярних зон. Серед них були і працівники та випускники кафедри астрономії Київського університету. Інформацію про їхні долі та часто не простий науковий шлях розглянуто через спогади сучасників, їхні власні наукові публікації, зібрані матеріали з різних архівів та інше. В становленні деяких сьогоднішніх російських наукових установ так чи інакше брали безпосередню участь багато українців, зокрема і кияни. Це, наприклад, Арктичний і антарктичний науково-дослідний інститут, структурний підрозділ Інституту космофізичних досліджень та аерономії ім. Ю. Г. Шафера СВ РАН- Полярна геокосмофізична обсерваторія «Тіксі» та антарктична станція "Мирний". Деякі матеріали, які зберігаються в Астрономічному музеї, не дозволяють, звичайно ж, відтворити повну історію цього напрямку, але прямо або опосередковано розширюють інформацію про згаданих осіб та події тих часів.

Виробництво аерофотоплівок на ВО «Свема» у 1980-1990 рр.

М.Г. Кокшайкін

Шосткинський краєзнавчий музей м.Шостка, Сумська обл., Україна

Виробниче об'єднання «Свема» у період свого розквіту 1980-1990 рр. випускало близько 300 найменувань кінофотоматеріалів для кіно і фотографії, медицини, науки і техніки, культури та інших сфер діяльності людини.

І серед цього численного асортименту найбільше відповідальною та складною за виготовленням продукцією були фото- та кіноплівки для аерокосмічної зйомки.

Ці плівки розроблялися у першу чергу для військової розвідки, а вже у другу для цивільних зйомок наукового та народногосподарського призначення. І ця військова їх спеціалізація наклала особливі обмеження на будь-яку інформацію про них. Доступ до цієї інформації мало лише обмежене коло фахівців. І лише після розпаду СРСР у другій половині 1990-х рр.. у рекламних листівках продукції ВАТ «Акціонерна компанія «СВЕМА» з'явилася деяка відкрита інформація про наявність такої продукції, як аерофотоплівки та їх технічні характеристики.

У період 1980-1990 рр. НПО «Свема», а потім ВАТ «АК «Свема» випускало та відкрито пропонувало на ринку наступні ізопанхроматичні чорно-білі аерофотоплівки:

Тип-17К – для денного повітряного фотографування,

Тип-25К – для повітряного фотографування та запису інформації світловим променем.

Тип-25Л – запису інформації світловим променем,

Тип-30М – для денного повітряного фотографування,

Тип-30М – СА-Л- для фотографування з великих висот,

Тип-38 – для денного повітряного фотографування,

Тип-38 – СА-Л- для фотографування з великих висот,

Тип-42 – для повітряного фотографування та швидкого хіміко-фотографічного оброблення у проявочних машинах,

Тип-42 – кіно негативний варіант для повітряного та наземного фотографування,

Тип-42Л – для повітряного фотографування та швидкого хіміко-фотографічного оброблення у проявочних машинах,

Тип-42Л – СА-Л- для фотографування з великих висот,

Тип-48 – СА-Л- для фотографування з великих висот,

Тип-49Л – для денного повітряного фотографування з метою виявлення об'єктів, замаскованих під колір природної зелені, для уточнення берегових ліній та виявлення заболочених районів,

ЦН-4 – кольорова негативна аерофотоплівка для денного повітряного фотографування.

А також спектрозональні аерофотоплівки :

Тип СН-6М - для денного повітряного фотографування,

Тип СН-10 - для денного повітряного фотографування, а також з великих висот,

Тип СН-10 СА-Л- для фотографування з великих висот,

Тип СН-15 - для денного повітряного фотографування, а також з великих висот,

Тип СН-15 СА-Л- для фотографування з великих висот.

У 1990-ті рр.. на підприємстві була розроблена та виготовлена високочутлива кольорова оборотна кіноплівка ЦО-250 з чутливістю 250 од. ГОСТ.

Специфіка використання аерофотоплівок накладала особливі вимоги до їх фотографічних параметрів, а саме ці плівки повинні були мати високу світлочутливість разом з теж високою розподільною здатністю. Фотографічні емульсії для них виготовлялися у цеху синтезу емульсій №5 у будівлях №2 та №176.

У зв'язку з особливостями умов їх використання, аерофотоплівки виготовлялися або на триацетатцелюлозній протиореольній основі марки ТП-140, або на безкольоровій поліетілентерефталатній основі марки ПЕТФ-65 з нанесеним на ній протиореольним контршаром. Види основи визначалися технічними умовами на виготовлення відповідних типів аерофотоплівок.

Поливання світлочутливої емульсії на основу відбувалося у поливному цеху №6, в основному на поливній машині №13 у будівлі №205, а також іноді на поливній машині №7 у будівлі №9.

У зв'язку з необхідністю виготовлення довгометражних аероплівок довжиною до 3000п.м., у 1985 р. на виробничому об'єднанні «Свема» було введено в експлуатацію технологічну будівлю №330А - «Технологічний комплекс спецплівок для детального та наддетального спостереження поверхні Землі та всіх видів аерофотозйомок». У 1990 р. у цьому комплексі було розміщено дільницю випробувань фізико-механічних властивостей та геометричних параметрів аерофотоплівок.

Завершальні операції форматування, перфорування, маркування та пакування виконувалися у будівлях № 207 та №255 цеху №7.

На усіх етапах технології виробництва аерофотоплівки ретельно контролювалися відділом технічного контролю підприємства, держ прийомкою, а також контролерами 835 ПЗ. Особливо жорсткі вимоги висувалися до типів аерофотоплівок, які мали у своїй назві літери «СА-Л».

Ієронімо Сірторі – автор першої праці з телескопобудування

М. В. Лашко

ГАО НАН України

Публікація «Зоряного вісника», який містив сенсаційні дані про відкриття Галілео Галілея, здійснені ним за допомогою телескопа, спричинила справжній сплеск інтересу до спостережної астрономії по всій Європі. Це в свою чергу спричинило попит на телескопи, спровокувавши їх масове виробництво.

Саме в цей час (в 1612 рукописно, а в 1618 і друком) з'явилася й перша праця присвячена процесу шліфовки лінз та виготовлення телескопа «Telescopium: sive ars perficiendi novum illud Galilaei visorium instrumentum ad sydera in tres partes divisa» (Телескоп: або презентація нового вдосконаленого мистецтва Галілеївський, інструмент для спостереження зірок). Автором її був італійський вчений єзуїт Ієронімо Сірторі, який сам немало часу притсвятив телескопобудуванню, й на момент написання книги мав в цьому певний досвід.

Праця цікава ще й тим, що проливає інформацію на особу винахідника телескопа, авторство якого Сірторі приписав іспанському виробнику окулярів Хуану Роже.

Як відомо тогочасні майстри старалися тримати секрети виготовлення лінз в таємниці, передаючи їх лише своїм учням, Сірторі ж зробив навпаки, подавши повний набір інструкцій та схем побудови телескопа. Так в книзі він піддав критиці деякі тогочасні методи виготовлення лінз шляхом вирізання дисків зі скляних товстостінних сфер наголосивши на поганій якості їх сферичної поверхні, та низькій якості скла. Натомість автор запропонував ряд нововведень, які суттєво покращували методи шліфування та полірування лінз. Так, йому належить якісно новий спосіб виготовлення планшайб для лінз з використанням методу прецезійного шліфування, коли мідна, бронзова або латунна форма після грубої обробки спеціальним напівсферичним напильником, контролювалася за допомогою лекал, а потім форма заповнювалася свинцем, і вони пришліфовувалися одна до одної на станку із застосуванням абразиву. Такий підхід давав змогу отримати Для виготовлення увігнутих лінз Сірторі запропонував використати металеві ядра, які мали поверхню близьку до сфери, і чудово підхотдили в якості шліфувальника.

Також автор приділив значну увагу і процесу відбору та відбраковки матеріалу для лінз, наголосивши, що найкращими матеріалами є гірський кришталь та скло з битих венеціанських дзеркал, яке найкраще підходило для виготовлення як плоско-випуклих, так і плоско-увігнутих лінз.

Автор надав особливої уваги процесу полірування лінз, описавши процес використання спеціальної рукоятки та наклеювання лінз за допомогою смоли, та навівши детальну характеристику якостей тогочасних полірувальних матеріалів (оксид олова та перепалена інфузорна земля). Автором зазначалося, що головною метою є створення лінзи з ідеально сферичними поверхнями і наголошувалось, що при порушенні технології і швидкому процесі поліровки лінза стане асферичною зі периферійними спотвореннями.

Як бачимо вже в перші роки існування телескопа було випущено книгу яка давала можливість кожному бажаючому ознайомитися з процесом виготовлення лінз і побудувати телескоп.

З історії передбачень сонячних затемнень

В. Манько

Редакція журналу “The Universe, Space, Tech”, Київ, Україна

Вважається загальновизнаним, що перше передбачення сонячного затемнення зробив давньогрецький філософ Фалес Мілетський. Це затемнення відбулося 28 травня 585 року до нашої ери й стало ключовим пунктом битви між мідійцями та лідійцями: останні не були попереджені про небесне явище та почали відступ із поля бою. Для передбачення Фалес використав так званий «потрійний сарос» — період у 54 роки та один місяць, із яким сонячні затемнення в одному й тому ж місці повторюються приблизно з тіє ю ж самою фазою.

Однак сучасні обчислення ставлять ці уявлення під сумнів. Вони вказують на дві важливих обставини:

1) Фалес не міг використати «потрійний сарос» для передбачень затемнення 28 травня 585 року до н.е.;

2) Це затемнення не могло стати «поворотним пунктом» битви, оскільки в місці, де вона відбувалася, затемнення стало помітним лише незадовго до заходу Сонця.

Це дає підстави підозрювати невірне датування затемнення чи взагалі поставити під сумнів усю історію з «передбаченнями Фалеса».

Прилади Астрономічного музею АО КНУ ТШ подвійного використання та перспективи їх подальшого дослідження

С. Салата[1], Л. Казанцева[2]

[1]Науково-дослідний центр воєнної історії Національного університету оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна
[2]Астрономічний музей Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна

Музей Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, який зберігає і всебічно досліджує історію обсерваторії, серед своїх численних експонатів має колекцію приладів військового призначення, більшість з яких певний час працювали в армії і згодом, в силу різних причин, були передані для використання у наукових дослідженнях з астрономії.

До таких приладів належать: кулеметні камери, командирська зенітна труба, авіаційний бортовий годинник, бінокулярна морська труба, військово-польовий телефон радиста, дешифратор СІП, аерофотокамери АФА та НАФА, саморобний телескоп з авіаційного снаряду, кінофототеодоліт КФТ-10/20 та інші. Збереглись не тільки самі прилади, а й описи, інструкції з експлуатації та паспорти до них, а також деяка документація з їх прийому-передачі до обсерваторії, записи відносно модернізації та використання, наукові публікації з зазначенням використання приладів під час проведення спостережень та досліджень.

З метою вивчення історії військового та наукового інструментарію авторами розпочато спільну роботу, зокрема, перша стаття з тематики даного дослідження була опублікована в журналі “Воєнно-історичний вісник” Національного університету оборони України імені Івана Черняховського, в якій детально розглянуто передумови і необхідність конструювання позиційних вимірювальних приладів з функцією фото і кіно фіксації, розглянуті конструктивні відмінності зразків різних виробників в ряді країн світу та модернізацію подібного обладнання з часом.

Кінофототеодоліт КФТ-10/20 є одним з найбільших за розмірами експонатів зазначеної колекції. Він належить до оптичних траекторно-вимірювальних засобів для визначення параметрів положення та орієнтації швидко-рухомого об’єкта в просторі. Це кутомірна установка з рухомою оптичною частиною та широким полем зору об’єктива. Вона призначена для візуального відстеження руху

снарядів, літаків, вертольотів, торпед та ракет. В процесі спостереження відбувається неперервне фотографування об'єкта з одночасною реєстрацією кутів азимуту та місця оптичної вісі установки.

У продовженні серії подібних досліджень історії інструментів, приладів та устаткування цікавість викликають спеціальні оптичні інструменти для візуальних спостережень. На прикладі трьох експонатів Астрономічного музею – бінокулярної труби Цейсса, зенітної командирської труби та бінокулярної морської трубки БМТ-110 – триває дослідження цього напрямку.

Наступним етапом дослідження приладів подвійного використання, яке вже розпочато, є вивчення аерофотокамер АФА та НАФА та кулеметної камери, а також особливостей фотографічних спостережень Київської обсерваторії з використанням цих камер.

Таким чином, подальше дослідження приладів та устаткування, які одночасно використовувались як у військовій справі, так і в наукових дослідженнях на сьогоднішній день є актуальним. Воно не дає загубити цінні ідеї їх початкового використання в армії та пролити світло на вклад, який згадані прилади згодом здійснили в науку.

Про колекції, кабінети, музеї і лабораторії в Університеті святого Володимира

Л. Самойленко

Археологічний музкй Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ Україна

Яскравою сторінкою у розбудові освітньої і наукової бази університету є історія формування, як тоді визначали, наукових і навчально-допоміжних підрозділів, що були важливими осередками розвитку «освіти науки і культури – трьох китів, які тримають університет. Коли відсутня одна із цих складових – університету нема». Серед таких підрозділів архіви, бібліотеки, кабінети і музеї, а також лабораторії і клініки. Університетська адміністрація, відповідно вимогам статуту, докладала активних зусиль по створенню та поповненню університетських колекцій різних профілів задля розвитку активних методів навчання, наочного викладання, вдосконалення практичної і дослідницької діяльності студентів. Проте, з перших років

свого існування вони вирішували завдання наукових і культурних центрів не лише університету, а й міста.

Перші колекції до майбутніх кабінетів і лабораторій надходять вже 1834 р. Після передачі колекцій з, тоді вже ліквідованих, Волинського (Кременецького) ліцею і Віленського університету, а також з Уманського, Луцького, Почаївського училищ та ін., постали в університеті Ботанічний, Зоологічний, Мінералогічний, Геодезичний, Астрономічний і Нумізматичний кабінети. В.Я. Шульгін (1822-1878), оглядаючи історію університету за перше 25-річчя, в розділі «Університетські колекції» подає короткий опис та історію формування чотирнадцяти підрозділів, серед яких бібліотека, хімічна лабораторія, гербарій, ботанічний сад, дев'ять кабінетів різного профілю, і Музей старожитностей, Колекції деяких кабінетів вже тоді нараховували по калька тисяч і швидко примножувались як через купівлю за рахунок спеціально виділених на це коштів, так і завдячуючи пожертвам з приватних колекцій. На кінець XIX ст. кількість наукових та навчально-допоміжних підрозділів в університеті потроїлась. На той час це були найбільші наукові і навчальні колекції в Києві, систематизовані і описані. Більшість кабінетів, музеїв та лабораторій була доступна для вільного відвідування киянам, адже ніяких інших казенних музеїв в місті тоді ще не було. Отже використовувалися вони не тільки в наукових і навчальних цілях, але і в просвітницьких, виконуючи роль публічних музеїв, перетворюючи тим самим університет в осередок міської культури.

Lithuanian Museum of Ethnocosmology

L. Šmigelskas, E. Zaronskis

Lithuanian Museum of Ethnocosmology, Kulionys, Lithuania

The idea of ethnocosmology was born on the Kaldiniai Hill in Lithuania. Its founding fathers were Gunaras Kakaras, head of staff at the astronomical observatory, and Libertas Klimka, senior research associate at the Semiconductor Physics Institute and an avid enthusiast of ethnoculture. Kakaras fascination with the celestial sphere, and Klimka’s with ethnology found something in common – the Lithuanian nation’s connection with the sky, the Sun, the Moon, and stars. Such were the origins of ethnocosmology – both of the term and the future museum.

On 15th March 1990 the Museum of Ethnocosmology was established.

The main task of the Lithuanian Museum of Ethnocosmology is to collect, accumulate, systematize, preserve, research, expose the information on the relationship of a man and mankind with the Cosmic World and to provide it to the visitors.

Ethnocosmological information may be the following: ethnographic material therein texts, songs, rites, symbols; scientific works and science achievements, space technology and results of space exploration programs, audio, video or photo materials; heavenly sight through the telescope; artworks; philosophical and religious texts, etc.

During 2007–2008 the museum was restored. The works were financed in accordance with the EU Cohesion Fund aid program "The Expansion of Services" by the Tourist Complex at the Lithuanian Ethnocosmology Museum. In November of 2008, the very first excursions were organized. The Museum has become a peculiar center of culture where resilient links of a man, nation and mankind with the Cosmic World are disclosed in broad panorama and now we have more than 40 000 visitors from Lithuania and other countries every year.

We have day and night time programs, 80 and 40 cm telescopes for public observations, various educational programs, events, for example, our Museum celebrates International Asteroid Day. The Museum of Ethnocosmology attaches great importance to the education of schoolchildren and students where the knowledge directly interlaces with the formation of world outlook, with cognitive astronomical observations, where new questions arise next to the answers.

Estimating the uniqueness of the content of the Lithuanian Museum of Ethnocosmology – opening to visitors the space of human existence in the Universe, emphasizing all the relations with the Cosmic World – from ethnic relationship to the achievements of space exploration programs of the states of the world.

Компас Адріанова: легенда про простоту

Ю.Шевела

Державний Музей Авіації ім.О. К.Антонова

Компас відомий в Європі майже 1000 років, але з часом і необхідністю потребував змін у конструкції для більш високої точності. У Англії, ще в середині XIXст був розроблений призматичний компас Verner's, (на основі бусолі Шмалькальдера) з

точністю до 0,3º. Цей компас використовується, майже без змін і у сучасній армії Великобританії! Але він мав надскладну конструкцію як у виробництві, так і у використанні. Німеччина і Австрія використовувала багатофункціональний компас Bezard, один із найдосконаліших і надійніших компасів у світі. Він дав цілу низку інноваційних винаходів, що використовувались у інших компасах різних країн. Майже без змін, цей компас використовується вже більше 100 років!

У Царській Росії, а потім і в СРСР у РККА та ЧА на озброєння був прийнятий компас Адріанова, який і використовувався майже до кінця існування СРСР (тільки у 1990 році Гособоронзаказ прийняв п'ятилітній план переходу на компас МК-1, котрий з відомих причин не був реалізований). Навіть офіцерський портфель (планшет) був сконструйований саме під цей компас. Цей компас відомий всім ще зі шкільних років: школярі, туристи, рибалки, військові… Найрозповсюджений і найвідоміший компас у СРСР!

Конструктивні особливості: лімб у формі кола мав шкалу у градусах (за год. стрілкою) з ціною поділу 3º, та у тисячних з ціною 50 малих поділів кутоміра (проти год. стрілки), скло, що обертається з візирами (мушка і цілик) та вказівними маркерами, та фіксатором (аретиром) стрілки. За своєю точністю, він був повною протилежністю не тільки Verner's і Bezard, а й іншим компасам, що для точності мали відкидні діоптри! Також були великі складності при роботі з топогр. картою, оскільки він на мав доп. лінійки, і дуже великі коливання магнітної стрілки! Єдиними перевагами його над іншими моделями, - надійність і простота! Як у масовому виробництві (у СРСР це був переважаючий фактор), так і у навиках використання! Навчитись користуванням ним міг кожен школяр! І ще, це був перший компас з фосфоресцирующею підсвіткою: у цивільних моделях використовувся люмінофор, а у військових, до 1970 року – радіоактивний ізотоп Ra226.

Володимир Миколайович Адріанов народився у Санкт-Перербурзі 22 лютого 1875 року, закінчив Кадетський корпус і військове училище як військовий картограф. З 1896 по 1897рр відряджений до лейб-гвардії московського полку, 1897-1900рр на зйомках Північно-Західного прикордонного простору, 1900-1905рр на зйомках СПб. губернії і Фінляндії, а з 4 січня 1905р і по 1918 рік – виробник картографічних робіт Військово-топографічного відділу Головного Управління Генерального штабу! Редактор і видавець «Топографический и геодезический журнал» де друкувались перші статті та начерки з авіації та аерофотозйомки! З 1911 року – дійсний член «Русского Географического общества». З 1 липня 1918 по 1921рр

– нач. відділу, а згодом нач. частини з видань карт Картографічного відділу Корпусу військових топографів, у 1922-1929рр – у картографічному відділу Вищого Геодезичного управління (ВГУ), автор умовних позначок для перших карт у метричній системі, у 1933-34рр – нач. картбюро у складі Таджицько-Памірської експедиції. Автор першого 4-томного видання «Атлас СССР» (1928), а у 1937р – худ.ред. 1-го тома «Большого Советского атласа мира», автор малюнків першого радянського «червонца», транспортного сертифікату, кредитного рубля, облігацій «Госсзайма» Перших п'ятиліток і.. автор РАДЯНСЬКОГО ГЕРБА! Помер Володимир Миколаєвич 24 серпня 1938 року. Похований у м.Осташкові, де проживав останні п'ять років свого життя.

Оптичний теодоліт Carl Zeiss Th1: історія та конструктивні особливості

Ю.Шевела

Державний Музей Авіації ім.О.К.Антонова

Під час вивчення історії створення оптичних теодолітів, я натрапив на історію НАЙПЕРШОГО оптичного теодоліту, колись спроектованого Генріхом Уайлдом за роки його роботи менеджером відділу географії Carl Zeiss , запатентованого ним у 1921 році та вперше створеного Zeiss в 1924 році.

Цей інструмент, Zeiss Th1, був першим теодолітом, який був оснащений скляними колами та механізмом паралельного зчитування показів.3 Ця система повністю заснована на скляних компонентах, таких як призми та лінзи (звідси і назва оптичний теодоліт) і ознаменувала початок нової ери в дизайні теодолітів. Вдалося створити інструменти мінімальних розмірів без втрати точності, і це також означало, що більш висока точність може бути досягнута завдяки діаметральному зчитуванню кіл (тобто показанням на двох протилежних сторонах кола автоматично усереднюються, при одночасному наведенню на них). Наявність телескопа, який зчитує коло з тієї самої сторони, що і окуляр основного телескопа, означало, що геодезист міг бути в одному положенні, що дозволяло проводити вимірювання на менших платформах і одним спостерігачем.

Дизайн був настільки вдалим, що більшість теодолітів, розроблених після Th1, увійшли у виробництво, як теодоліти Wild Heerbugg

(починаючи з Wild T2), теодоліт Tavistock від Cooke, Troudhton & Simms та теодоліт Tavistock Watts-Zeiss, були розроблені в такій же формі.

Коли Генріх Уайлд спроектував Th1, він мав відповідати таким вимогам: найменші можливі розміри та вага; зручна маніпуляція; більша стійкість до транспортування, впливу дощу та пилу; поєднання зображень із двох протилежних частин кола на одній тонкій розділовій лінії для спостереження в одному окулярі; зображення протилежних точок кола, які слід відтворити через порожню вісь, щоб кола могли бути повністю закриті; використання високочутливого мікрометра для регулювання співпадіння для прямого зчитування середнього арифметичного; використання скляних кіл для забезпечення симетричного типу градуювання.

Крім того, Генріх Уайлд додав декілька функцій, які він запатентував раніше і використовуав у своїх конструкціях теодолітів ще у 1911 році (Carl Zeiss RTh II) та в своїх нівелірних інструментах, таких як «Nivellier I» та «Nivrllier II»: аналлактичний телескоп постійної довжини з внутрішнім фокусуванням; пристрій для центрування повітряної кульки шляхом явного співпадіння його двох кінців, якщо дивитись у призмі; головна вісь циліндричної сталі; пилозахистне розташування гвинтів. нарешті на зйомному тригері інструмента, бачимо круглу ампулу, що на той час також було новинкою.

Th1 був першим теодолітом із скляними колами (Горизонтальний діаметр 75 мм і вертикальний діаметр 50 мм) та оптична система зчитування. Th1 не має компенсатора вертикального покажчика, замість нього використовується великий флакон співпадіння з точністю осідання 0,7 ".

Th1 має шістдесяткові кола, розділені в градусах до 20 дугових хвилинних інтервалів (також були зроблені ThI, які були розділені на 0,2-кутні інтервали), і їх можна прочитати за допомогою мікрометра до 1 " і оцінити приблизно до 0,1" обертаючи, щоб полегшити читання кіл після проходження. Кола та мікрометр висвітлюються за допомогою призм та білих відбивачів. Пізніше теодоліти мали б більш покриті оптичні системи та скляні дзеркала замість білих відбивачів для досягнення кращої видимості кіл. Метод кругових випробувань Heuvelink в Дельфті, Нідерланди, в 1924 році показав, що прилад був точним до 1,08 дугових секунд для всього кола, тоді як на одне зчитування відводилося 2 дугові секунди (не маючи сенсу оцінювати мікрометр до десяткових знаків) . Телескоп має 18-кратне збільшення та дає перевернутий вигляд.

Незважаючи на те, що прилад був запатентований у 1921 році, виробництво його почалося тільки у 1924 року, і продовжувалося до 1930 р., в цей період було виготовлено близько 1000 шт., що на 250 більше, ніж загальний обсяг виробництва RThII12. Порівняно з приблизно 7000 шт T3 і 40 000шт T2, виробленими Wild Heerbrugg за 45 років, – це дуже обмежена кількість інструментів. Деякі конструктивні особливості, такі як білі відбивачі, спосіб проходження світла через кола та зажимний механізм тригера, ще не були остаточно розроблені і були значно вдосконалені, коли Генріх Уайлд створив свій T2 та майбутні інструменти для власної компанії Wild Heerbrugg. з того часу ці вдосконалені функції стали стандартними і залишалися практично незмінними до появи тахеометрів, таких як Wild TC1 у 1980-х.

Наукове видання

Астрономія та фізика космосу в Київському університеті

в рамках Днів науки в Україні

Міжнародна конференція

м. Київ, 25 – 28 травня 2021 р.

Збірка тез доповідей