

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001598

Державний реєстраційний номер: 0122U001834

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Моделювання свічення елементів великомасштабної структури раннього всесвіту і залишків галактичних наднових та спостереження змінних зір

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітного документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, м. Львів, Львівська обл., 79000, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322616048

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3112.900

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Моделювання свічення елементів великомасштабної структури раннього всесвіту і залишків галактичних наднових та спостереження змінних зір

Назва роботи англійською:

Modeling the luminosity of elements of the large-scale structure of the early universe and the remnants of galactic supernovae, the observation of variable stars

Реферат українською:

Вивчено формування лінії надтонкої структури 21 см атома водню в космологічні епохи Темних віків ($20 < z < 200$), Космічного Світанку ($10 < z < 20$) і Реіонізації ($6 < z < 10$), та її чутливості до значень космологічних параметрів, а також фізичних умов і складу міжгалактичного середовища. Досліджено формування перших молекул H_2 , HD та HeH^+ в міжгалактичному середовищі та в гало Темних віків та Космічного світанку та розраховано глобальні сигнали в обертово-коливних лініях цих молекул. Побудовано моделі спектральної густини випромінювання перших джерел світла, необхідну для повної реіонізації водню на $z \sim 6-8$ в припущенні його теплового енергетичного розподілу. Досліджено Космічну павутину та Великомасштабну структуру Всесвіту методами топологічного аналізу та персистентної гомології. Досліджено вплив навколосоряного середовища на спектри космічних променів і нетеплове випромінювання залишків наднових зір. Показано як профілі щільності газу та температури бульбашок утворених вітром залишку наднової разом із магнітним полем і турбулентністю розсіювання регулюють спектри прискорених частинок залишками наднових. Показано, що компресія галактичних космічних променів фронтами ударних хвиль залишків наднових не здатна пояснити їхню яскравість в гамма діапазоні. Отримано обмеження на параметри космологічної моделі з додатковою взаємодією між темною енергією і темною матерією по даним спостережень CMB, BAO та SN Ia. Проведені спостереження та на їх основі отримані диференційні криві блиску затемнювано подвійних зір та визначено їх основні параметри: орбітальний період, геліоцентричні моменти Головного та Вторинного мінімумів блиску, О-С зміщення моментів обох мінімумів для даної епохи спостережень, тощо.

Реферат англійською:

The formation of the line of the hyperfine structure of the 21 cm hydrogen atom in the cosmological epochs of the Dark Ages ($20 < z < 200$), the Cosmic Dawn ($10 < z < 20$), and Reionization ($6 < z < 10$) was studied, and its sensitivity to the values of the cosmological parameters, and as well as the physical conditions and composition of the intergalactic environment. The formation of the first H_2 , HD, and HeH^+ molecules in the intergalactic medium and in the Dark Ages and Cosmic Dawn haloes was studied, and the global signals in the spin-vibration lines of these molecules were calculated. Models of the spectral density of radiation of the first light sources, necessary for the complete Reionization of hydrogen at $z \sim 6-8$, assuming its thermal energy distribution, were constructed. The Cosmic web and the large-scale structure of the Universe were studied using topological analysis and persistent homology. The influence of the circumstellar medium on the spectra of cosmic rays and the non-thermal radiation of supernova remnants was studied. It is shown how the gas density and temperature profiles of the wind-generated bubbles of the supernova remnant, together with the magnetic field and scattering turbulence, regulate the spectra of particles accelerated by supernova remnants. It is shown that the compression of galactic cosmic rays by shock wave fronts of supernova remnants cannot explain their brightness in the gamma range. Constraints on the parameters of the cosmological model with additional interaction between dark energy and dark matter were obtained based on the data of CMB, BAO, and SN Ia observations. The observations were made, and the differential brightness curves of dimmed double stars were obtained based on them, and their main parameters were determined: the orbital period, the heliocentric moments of the Main and Secondary minima of brightness, the O-

C displacement of the moments of both minima for the given epoch of observations, etc.

Індекс УДК: 524.8, 52.8; 524.3; 524.4; 524.5

Коди тематичних рубрик: 41.29.17

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Новосядлий Богдан Степанович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н., чл.-кор. НАНУ

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Комп'ютерна модель свічення у лінії 21-см атомів гідрогену з епох Темних віків і Космічного світанку Всесвіту

Назва НТП англійською: Computer model of the glow in the 21-cm line of hydrogen atoms from the Dark Ages and the Cosmic Dawn of the Universe

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, Програмні продукти

Галузь застосування: радіоастрономія, космологія

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблені алгоритми та створена програма для інтегрування системи диференціальних рівнянь, які описують іонізаційний стан газу в протогалактиках і в міжгалактичному просторі раннього Всесвіту, кінетику заселеностей рівнів надтонкої структури атомів гідрогену, та надлишкову емісію/поглинання атомів гідрогену в лінії 21-см квантів реліктового випромінювання. Програма дозволяє здійснювати розрахунки профілів лінії 21-см раннього Всесвіту що надходять від протогалактик та космологічного фону, як у величинах енергетичних потоків так і антенних температур (для заданих параметрів радіотелескопів).

Соціально-економічна спрямованість НТП: Планування радіоастрономічних спостережень, отримання нових знань

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

Назва НТП українською: Дослідження великомасштабної структури всесвіту як складної мережі

Назва НТП англійською: Research on the large-scale structure of the universe as a complex network

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: космологія, складні мережі

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розробка стосується фундаментального дослідження великомасштабної структури Всесвіту за допомогою методів складних мереж. Методи складних мереж дозволяються класифікувати гало темної матерії багаточастинкових космологічних симуляцій за їхнім положенням в Космічній павутині і відповідно доповнюють їхню характеристику як елементів павутини. З допомогою розрахованих мережових метрик з'являється можливість передбачити їхні спостережні характеристики, зокрема приналежність до структури певного топологічного типу. Використання розробки дає змогу прокласифікувати гало темної матерії за приналежністю до наступних типів структур: порожнин, філаментів, стін або надскупчень. У комбінації із використанням моделі машинного навчання типу XGBoost random forest ця розробка дозволяє досягти високої точності класифікації (більше 85%). При цьому як вхідні дані використовуються лише координати та маси гало темної матерії в симуляції.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Підготовка фахівців у системі освіти, зокрема фахівців вищої кваліфікації.

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Novosyadlyj B. The first molecules in the intergalactic medium and halos of the Dark Ages and Cosmic Dawn / B.

Novosyadlyj, Yu. Kulinich, B. Melekh, V. Shulga // Astronomy and Astrophysics. - 2022. - V.663. - id.A120.

10.1051/0004-6361/202243238

Novosyadlyj B. Samuil Kaplan and the development of astrophysical research at the Lviv University /

B.Novosyadlyj, B. Hnatyk, Yu. Kulinich, B. Melekh, O. Petruk, R. Plyatsko, M. Tsizh, M. Vavruk, and N. Virun // Eur.

Phys. J. H. - 2022. - V. 47. - id. 12 (25 p.) <https://doi.org/10.1140/epjh/s13129-022-00045-w>

Brose R., Core-collapse supernovae in dense environments - particle acceleration and non-thermal emission. / Brose R., Sushch, I., Mackey J. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, - 2022. Volume 516, Issue 1, pp.492-505. <https://doi.org/10.1093/mnras/stac2234>

Das S., Spectral softening in core-collapse supernova remnant expanding inside wind-blown bubble. / Das S., Brose R., Meyer D. M. -A., Pohl M., Sushch Iu., Plotko P. // Astronomy & Astrophysics, - 2022. Volume 661, May 2022, id.A128, 13 pp. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202142747>

Iu. Sushch, Leptonic Nonthermal Emission from Supernova Remnants Evolving in the Circumstellar Magnetic Field. / Iu. Sushch, R. Brose, M. Pohl, P. Plotko, and S. Das. // The Astrophysical Journal, - 2022. Volume 926, Issue 2, id.140, 14 pp. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac3cb8>

Sushch, Iu., Limits on compression of cosmic rays in supernova remnants / Sushch, Iu., Brose, R. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, - 2023. Volume 521, Issue 2, pp.2290-2297, <https://doi.org/10.1093/mnras/stad584>

Tsizh M., Wasserstein distance as a new tool for discriminating cosmologies through the topology of large scale structure // Tsizh M., Tymchyshyn V., Vazza F. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 2023. - Vol. 522, Is. 2, Jun 2023, pp. 2697-2706. <https://doi.org/10.1093/mnras/stad1121>

Acharyya A., Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array to TeV photon emission from the Large Magellanic Cloud / A Acharyya, R Adam, A Aguasca-Cabot, I Agudo, A Aguirre-Santaella, J Alfaro, R Aloisio, R Alves Batista, E Amato, E O Angüner ...B. Novosyadlyj, ...O Petruk, ... // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 523, Issue 4, August 2023, Pages 5353-5387, <https://doi.org/10.1093/mnras/stad1576>

Acero, F., Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array to spectral signatures of hadronic PeVatrons with application to Galactic Supernova Remnants // Acero, F., Acharyya, A., Adam, R.; ... Novosyadlyj B., ..., O Petruk, ... // Astroparticle Physics, -2023. Volume 150, article id. 102850. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2023APh...15002850A/doi:10.1016/j.astropartphys.2023.102850

Novosyadlyj B. Formation of the hydrogen line 21-cm in Dark Ages and Cosmic Dawn: dependences on cosmology and first light / B. Novosyadlyj, Yu. Kulinich, G. Milinevsky, V. Shulga // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 2023. - Vol. 526, Issue 2. - P. 2724-2735. - DOI: <https://doi.org/10.1093/mnras/stad2927>

O. Petruk, V Beshley, S Orlando, F Bocchino, M Miceli, S Nagataki, M Ono, S Loru, A Pellizzoni, E Egron, Polarized radio emission unveils the structure of the pre-supernova circumstellar magnetic field and the radio emission in SN1987A, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 518, Issue 4, February 2023, Pages 6377-6389, <https://doi.org/10.1093/mnras/stac3564>

A. Kundu Spatio-spectral-temporal modelling of two young pulsar wind nebulae / A. Kundu, Jagdish C. Joshi, C. Venter, N. E. Engelbrecht, W. Zhang, Diego F. Torres, I. Sushch, Shuta J. Tanaka // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 2024. - P. stae2435. - DOI: <https://doi.org/10.1093/mnras/stae2435>

S. Das. Particle acceleration, escape, and non-thermal emission from core-collapse supernovae inside non-identical wind-blown bubbles / S. Das, R. Brose, M. Pohl, D. M.-A. Meyer, Iu. Sushch // Astron. Astrophys. - 2024. - 689. - A9 (1-16) - DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202245680>

C. Burger-Scheidlin, Gamma-ray detection of newly discovered Ancora supernova remnant: G288.8-6.3 / C. Burger-Scheidlin, R. Brose, J. Mackey, M.D. Filipović, P. Goswami, E. Mestre Guillen, E. de Oña Wilhelmi, and Iu. Sushch // Astron. Astrophys. - 2024. - 684. - A150 (1-11) - DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348348>

Goswami, P. The variety of extreme blazars in the AstroSat view / Goswami, P., Zacharias, M., Zech, A., Chandra, S., Boettcher, M., Sushch, I. // Astron. Astrophys. - 2024. - 682. - A134 (1-21) - DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348121>

V. Sapienza, Time Evolution of the Synchrotron X-Ray Emission in Kepler's Supernova Remnant: The Effects of Turbulence and Shock Velocity / V. Sapienza, M. Miceli, O. Petruk, A. Bamba, S. Katsuda, S. Orlando, F. Bocchino, and T. DeLaney // *Astrophys. J.* – 2024. – 973, 2. – P. 1-105. – DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad6566>

Iu. Sushch, Probing Orbital Parameters of Gamma-Ray Binaries with TeV Light Curves / Iu. Sushch, B. van Soelen // *Astrophys. J.* – 2023. – 959, 1, P. -30. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/acfed3>

M. D. Filipović, Diprotodon on the sky. The Large Galactic Supernova Remnant (SNR) G278.94+1.35 / M. D. Filipović, ... I. Sushch // *Publications of the Astronomical Society of Australia*, – 2024. Volume 41, article id. e112, P.1-21. doi:10.1017/pasa.2024.93

Das S., Particle acceleration in supernova remnant expanding inside wind-blown bubble. / Das S., Brose R., Meyer D. M. -A., Pohl M., Sushch I., Plotko P. // 37th International Cosmic Ray Conference. 12-23 July 2021. Berlin, Germany – Online, published March 18, 2022, *Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference PoS(ICRC2021)*, Vol. 395, id.988. <https://doi.org/10.22323/1.395.0988>

Brose R., Morphology of SNRs and their halos. 37th International Cosmic Ray Conference. / Brose R., Pohl M., Sushch I. // 12-23 July 2021. Berlin, Germany – Online, published March 18, 2022, *Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference PoS(ICRC2021)*, Vol. 395, id.917. <https://doi.org/10.22323/1.395.0917>

Brose R., Gamma-ray emission from young supernova remnants in dense circumstellar environments. / Brose R., Mackey J., Sushch, I. // 37th International Cosmic Ray Conference. 12-23 July 2021. Berlin, Germany – Online, published March 18, 2022, *Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference PoS(ICRC2021)*, Vol. 395, id.679. <https://doi.org/10.22323/1.395.0679>

Sushch I., SNR G39.2-0.3, an hadronic cosmic rays accelerator. / Sushch I., de Ona Wilhelmi E., Brose R., Mestre E., Su Y., Zanin R. // 37th International Cosmic Ray Conference. 12-23 July 2021. Berlin, Germany – Online, published March 18, 2022, *Proceedings of 37th International Cosmic Ray Conference PoS(ICRC2021)*, Vol. 395, id.668. <https://doi.org/10.22323/1.395.0668>

K. Abe, Interpolation of Instrument Response Functions for the Cherenkov Telescope Array in the Context of pyirf. / K. Abe, S. Abe, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id. 618 <https://doi.org/10.22323/1.444.0618>

K. Abe, ctapipe - Prototype Open Event Reconstruction Pipeline for the Cherenkov Telescope Array. / K. Abe, S. Abe, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id. 703 <https://doi.org/10.22323/1.444.0703>

O. Gueta, Performance update of an event-type based analysis for the Cherenkov Telescope Array. / O. Gueta, T. Hassan, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id. 738 <https://doi.org/10.22323/1.444.0738>

D. A. Prokhorov, Potential of the Cherenkov Telescope Array for studying the young nearby supernova remnants. / D. A. Prokhorov, S. H. Lee, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id. 824 <https://doi.org/10.22323/1.444.0824>

G. Grolleron, Variability studies of active galactic nuclei from the long-term monitoring program with the Cherenkov Telescope Array. / G. Grolleron, J. B. Gonzalez, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id.856 <https://doi.org/10.22323/1.444.0856>

K. Abe, Pybkgmodel - a background modelling toolbox for the CTA. / K. Abe, S. Abe, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id.894 <https://doi.org/10.22323/1.444.0894>

K. Abe, Dark matter searches in dwarf spheroidal galaxies with the Cherenkov Telescope Array. / K. Abe, S. Abe, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan.

K. Abe, Expected exclusion limits to TeV dark matter from the Perseus Cluster with the Cherenkov Telescope Array. / K. Abe, S. Abe, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id.1436 <https://doi.org/10.22323/1.444.1436>

A. M. Brown, Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array to the gamma-ray emission from neutrino sources detected by IceCube. / A. M. Brown, D. Fiorillo, B. Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id.1531 <https://doi.org/10.22323/1.444.1531>

J. G. Green, Chasing Gravitational Waves with the Cherenkov Telescope Array. / J. G. Green, A. B. Carosi, Novosyadlyj et al. // 38th International Cosmic Ray Conference, held 26 July-3 August, 2023 in Nagoya, Japan. Published September 27, 2024, id.1534 <https://doi.org/10.22323/1.444.1534>

Баран О. А. Магнітна складність активних ділянок протягом 23–24 сонячних циклів / Баран О. А., Присяжний А. І., Ковальчук М. М. // Журнал фізичних досліджень. – 2022. – Т.26, №1. – С. 1901 (8 с.). <https://doi.org/10.30970/jps.26.1901>

Білінський А. І. Статистичний аналіз орбітального руху штучних супутників Землі за період 24-го циклу сонячної активності / Білінський А. І., Баран О. А., Стоділка М. І., Вовчик Е. Б., Ковальчук М. М. // Кинем. и физ. небесн. тел. – 2021. – Т. 37. – № 6. – С. 62–84. <https://doi.org/10.3103/S0884591321060027>

Ваврух М. Самуїл Каплан та розвиток астрофізичних досліджень у Львівському університеті (до 100-річчя від дня народження) / М. Ваврух, Н. Вірун, Б. Гнатик, Ю. Кулініч, Б. Мелех, Б. Новосядлий, О. Петрук, Р. Пляцко, М. Ціж // Журнал фізичних досліджень. – 2022. – Т. 26. – №3. – ід. 3001 (24 с.) <https://doi.org/10.30970/jps.26.3001>

Присяжний А. І. Зв'язок між спалаховою активністю й магнітною складністю активних ділянок на Сонці / А. І. Присяжний, О. А. Баран // J. Phys. Stud. – 2023. – Т. 27, №. 1. – 1901 (1-8) – DOI: <https://doi.org/10.30970/jps.27.1901>

Баран О. А. Широтний розподіл активних ділянок протягом 23-24 сонячних циклів / О. А. Баран, А. І. Присяжний // J. Phys. Stud. – 2023. – Т. 27, №. 2. – 2901 (1-8) – DOI: <https://doi.org/10.30970/jps.27.2901>

Баран О. А. Модернізація телескопів для спостереження Сонця в Астрономічній обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка / О. А. Баран, Є. Б. Вовчик, І. Я. Підстригач, А. І. Присяжний, І. В. Сальніков // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2023. – Вип. 60. – С. 36-43. – DOI: <https://doi.org/10.30970/vph.60.2023.36>

Новосядлий Б. Сигнал в лінії надтонкої структури основного стану гідрогену з епохи Темних віків як космологічний тест / Б. Новосядлий, Ю. Кулініч, О. Коноваленко // J. Phys. Stud. – 2024. – Т. 28, №1. – 1901 (1-15) – DOI: [10.30970/jps.28.1901](https://doi.org/10.30970/jps.28.1901)

Коноваленко О. Про можливість детектування глобального сигналу в лінії надтонкої структури гідрогену з епохи Темних віків / О. Коноваленко, В. Захаренко, Б. Новосядлий, Л. Гурвіц, С. Степкін, Є. Васильківський, П. Токарський, О. Ульянов, О. Станиславський, І. Бубнов // J. Phys. Stud. – 2024. – Т.28, №1. – 1902 (1-20) – DOI: [10.30970/jps.28.1902](https://doi.org/10.30970/jps.28.1902)

Neomenko R. G. Constraints on the interaction of quintessence dark energy with dark matter and the evolution of its equation of state parameter / R. G. Neomenko // J. Phys. Stud. – 2024. – Vol. 28, No. 1. – 1903 (1903-1-1903-6) – DOI: <https://doi.org/10.30970/jps.28.1903>

Присяжний А. І. Визначення площі сонячних плям за даними спостережень у видимому діапазоні. І. Опис алгоритмів та їх тестування / Присяжний А. І., Підстригач І. Я., Баран О. А. // Журнал фіз. досліджень. – 2024. – Т. 28. – № 4. – С. 4901 (9 с.). <https://doi.org/10.30970/jps.28.4901>

- Баран О. Особливості геліо- і геомагнітної активності протягом 24^{ти}25 сонячних циклів / Баран О., Присяжний А. // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2024. – Вип. 61. – С. 75–85.
<https://doi.org/10.30970/vph.61.2024.75>
- V. Tymchyshyn. On the evolution of Betti curves in the Cosmic web / V. Tymchyshyn, M. Tsizh, F. Vazza, M. Baldi // J. Phys. Stud. – v. 28, No. 4 (2024) 4903(16 p.). <https://physics.lnu.edu.ua/jps/2024/4/pdf/4903-16.pdf>
- Imaginations of Astronomical Sky in Italian Visual Art // Cosmic Pages. Atlanti stellari negli osservatori astronomici italiani. Edited by I. Chinnici, M. Gargano. Arte'm (Italy), 2022, p.32-45.
<https://artem.org/editoria/cosmic-pages/>
<https://openaccess.inaf.it/bitstream/20.500.12386/32794/1/Indice.pdf>
- Математично-природописно-лікарська секція Наукового товариства ім.Шевченка. Матеріали до історії. 1893–1939. Збірник / Заг. редакція. Львів, 2023. 288 с. ISBN 978-617-14-0195-2
<http://www.iapmm.lviv.ua/12/mpls/mpls.html>
- Патент України на корисну модель № 151285 Україна МПК: G02B23/00 Пристрій для захисту оптичних деталей від запотівання. Подано і прийнято 24.01.2022. номер заявки u202200290. Автори - Білінський А. І., Вовчик Є. Б., Мартинюк-Лотоцький К. П., Янків-Вітковська Л. М., Касеркевич В. С., Підстригач І. Я.. Заявники і володілець — Національний університет “Львівська Політехніка” і “Львівський національний університет імені Івана Франка”. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1693810/>
- Патент України на корисну модель № 156728. МПК: G02B23/16. Телескоп для спостереження за Сонцем / І. Я. Підстригач., Є. Б. Вовчик, А. І. Присяжний, Л. М. Янків-Вітковська, Р. М. Дейнека, О. А. Баран. – № u202306345. – Заявл. 26.12.2023. Опубл. 31.07.2024. Бюл. № 31/2024 Заявник і володілець – Національний університет «Львівська політехніка», Львівський національний університет імені Івана Франка.
<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1810765/>
- Дейнека Р. М., Вовчик Є. Б., Янків-Вітковська Л. М., Баран О. А., Сальніков І. В. Двохвісне азимутальне монтування для відслідковування небесних об'єктів. Заявка на корисну модель № u202403952 від 06.08.2024. Заявник і володілець – Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний університет «Львівська політехніка». <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1813755/>

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Мельник Володимир Петрович
д. філос. н., чл-кор. НАНУ

Перелік осіб-виконавців

Апуневич Степан Євгенійович
(к. ф.-м. н., 01.03.02)

Баран Олександра Андріївна
(к. ф.-м. н., 01.03.03)

Касеркевич Валерій Станіславович

Кулініч Юрій Анатолійович
(к. ф.-м. н.)

Неоменко Роман Германович

Німчук Олексій Петрович

Пермякова Ольга Андріївна

Присяжний Андрій Ігорович
(к. ф.-м. н., 01.03.03)

Суц Юрій Володимирович
(01.03.02)

Ціж Максим Богданович
(к. ф.-м. н., 01.03.02)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Кулініч Юрій Анатолійович

Телефон

+38 (098) 444-18-30

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

