Облікова картка ДіР

Image not found or type unknow

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U002306

Державний реєстраційний номер: 0125U002256

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-02-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Прискорення та поширення космічних променів в геліосфері.

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, м. Київ, 01033, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442393333, 380442393230

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 Берестейський, 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)

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201390

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 893.725

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Високоенергетичні процеси у плазмі: прискорення космічних променів та їх вклад в космічну погоду

Назва роботи англійською:

High-energy processes in plasma: acceleration of cosmic rays and their contribution to space weather

Реферат українською:

Проєкт належить до ключових напрямів сучасної фізики космосу, оскільки досліджує механізми генерації космічної радіації, прискорення частинок та формування хвильових і нестійких структур у плазмі за даними прямих in situ спостережень. Космічна радіація суттєво впливає на космічну погоду та безпеку космічної і техногенної інфраструктури, тому її багатомасштабний аналіз має як фундаментальне, так і прикладне значення. Мета проєкту: побудова моделей генерування космічної радіації на різних просторово-часових масштабах, як в МГД процесах ближнього космосу так і у високоенергетичних процесах в міжзоряному середовищі Галактики та в позагалактичних об'єктах, дослідження вкладу космічної радіації в космічну погоду, аналіз потенційних економічних та гуманітарних небезпек космічної радіації та методів їх прогнозування. Завдання проєкту: встановлення механізмів інжекції та енергетизації частинок в магнітосфері Землі; оцінка внеску турбулентних процесів в енергетику процесів в магнітосфері Землі в областях анігіляції магнітного поля; дослідження механізмів прискорення сонячних енергетичних частинок в сонячних спалахах та на фронтах ударних хвиль, породжуваних корональними викидами маси; дослідження ролі міжпланетних та геліосферних ударних хвиль в прискоренні космічних променів; аналіз вкладу галактичних та позагалактичних джерел в спостережуваний потік галактичних космічних променів; дослідження проявів сплесків потоку галактичних космічних променів від транзієнтних галактичних та позагалактичних джерел; оцінки вкладу космічної радіації в космічну погоду. Проєкт базується на поєднанні теоретичного аналізу та моделювання з широким використанням даних космічних і наземних спостережень, включно з in situ вимірюваннями. Застосовуються сучасні чисельні методи, аналіз великих масивів даних і алгоритми машинного навчання для інтерпретації, класифікації та верифікації фізичних процесів у космічній плазмі.

Реферат англійською:

The project addresses key topics in modern space physics by investigating the generation of cosmic radiation, particle acceleration, and the formation of wave and unstable plasma structures based on direct in situ observations. Since cosmic radiation significantly affects space weather and the safety of space- and ground-based technological infrastructure, its multi-scale analysis is of both fundamental and applied importance. Objective: to develop models of cosmic radiation generation across various spatial and temporal scales, from magnetohydrodynamic (MHD) processes in near-Earth space to high-energy phenomena in the interstellar medium and extragalactic objects; to assess its contribution to space weather; and to evaluate related economic and humanitarian risks, including forecasting approaches. Tasks: to determine particle injection and energization mechanisms in the Earth's magnetosphere; to evaluate the role of turbulence and magnetic reconnection in magnetospheric energy transfer; to study solar energetic particle acceleration in flares and CME-driven shocks; to investigate interplanetary and heliospheric shocks as sources of cosmic-ray acceleration; to analyze galactic and extragalactic contributions to the observed cosmic-ray flux; to examine transient cosmic-ray enhancements from galactic and extragalactic sources; and to quantify the impact of cosmic radiation on space weather. The project combines theoretical modeling with extensive space- and ground-based observations, including in situ data. Advanced numerical simulations, large-scale data analysis, and machine learning techniques are applied to interpret, classify, and validate physical processes in space plasma.

Індекс УДК: 533.951, 533.92;621.384.647, 533.9(15), 533.9 , 533.9:537.872 , 533.951 , 533.951.7/.8 , 533.9:530.182;

533.951.7

Коди тематичних рубрик: 29.27.25, 29.27.39, 29.27.45, 29.27, 29.27.15, 29.27.17, 29.27.19, 29.27.21

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Козак Людмила Володимирівна

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: доцент

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Методи та моделі аналізу процесів прискорення заряджених частинок і хвильово-частинкових взаємодій у геліосфері та магнітосфері Землі з використанням супутникових даних і алгоритмів глибинного навчання.

Назва НТП англійською: Methods and models for analyzing charged particle acceleration and wave–particle interactions in the heliosphere and Earth's magnetosphere using satellite data and deep learning algorithms.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: 72. Наукові дослідження та розробки

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: В межах першого етапу проєкту виконано комплексне дослідження процесів прискорення заряджених частинок у магнітосфері Землі, сонячній короні та геліосфері, а також хвильово-частинкових взаємодій у космічній плазмі. На основі даних КА MMS і Parker Solar Probe отримано часові та просторові профілі енергообміну іонів, які показали, що протони є основними носіями енергії під час магнітного перезамикання, тоді як внесок іонів He^{2+} та O^{+} визначається регіоном магнітосфери і локальними умовами плазми. Дослідження стохастичних механізмів прискорення в турбулентній плазмі сонячної корони з використанням кінетичного підходу та чисельного моделювання продемонстрували високу ефективність механізму Фермі–II та формування розширених енергетичних спектрів, що доповнюють ударне прискорення на фронтах КВМ. Проаналізовано вістлерні хвилі на відстанях 0.05–0.3 а.о. Визначено їх характерні частоти (100–300 Гц), амплітуди (B_w/B_0 ~10^{-3}–10^{-2}) і локалізацію в областях різких змін магнітного поля за підвищеного рівня турбулентності. Показано, що ці хвилі активно взаємодіють із супратепловими електронами (>300–500 еВ), спричиняючи пітч-кутове розсіяння та часткове стохастичне зростання їх енергії. Унаслідок цього вузьконаправлений пучок швидких електронів уздовж магнітного поля зазнає еволюції, а частина частинок формує більш ізотропний розподіл надтеплових електронів. Узагальнення понад 13000 подій за даними Parker Solar Probe дозволило систематизувати поляризаційні властивості хвиль і умови їх генерації. У проєкті вперше застосовано методи глибинного навчання для автоматичної ідентифікації хвильових режимів. Розроблені моделі забезпечують виділення фізично обґрунтованих спектральних ознак, оцінювання інтегральних характеристик УНЧ-хвиль та аналіз часової еволюції подій. Отримані результати узгоджуються з in situ даними Parker Solar Probe і Van Allen Probes та підтверджують ключову роль хвильово-частинкових взаємодій у формуванні енергетичного балансу частинок і процесах космічної погоди.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Поліпшення стану навколишнього середовища

Вплив НТП на довкілля: Результати проєкту поглиблюють розуміння процесів формування космічної погоди та її впливу на навколоземний простір. Дослідження механізмів прискорення заряджених частинок і хвильово-частинкових взаємодій створюють наукову основу для підвищення точності прогнозування геомагнітних збурень і радіаційних подій, що важливо для зменшення техногенних ризиків і забезпечення стабільної роботи супутникових систем зв'язку, навігації та дистанційного зондування Землі, які використовуються для моніторингу стану довкілля. Застосування методів глибинного навчання підвищує ефективність аналізу космічних даних і сприяє розвитку інтелектуальних систем моніторингу космічної погоди. У довгостроковій перспективі це підвищує стійкість технологічних систем до природних космічних факторів і сприяє екологічній безпеці навколоземного середовища.

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 03.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.: 0.00

Права, що надаються інвестору після завершення роботи: Права не надаються

Наявність бізнес-плану: Ні

Техніко-економічне обгрунтування: Ні

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Choi, K. E., Agapitov, O. V., Bizien, N., De Wit, T. D., & Colomban, L. (2025). Surface waves at switchback boundaries in the young solar wind from Parker Solar Probe observations. The Astrophysical Journal, 992(2), 208. https://doi.org/10.3847/1538-4357/ae0b65

Choi, K. E., Agapitov, O. V., Lee, D. Y., Mozer, F., Huang, J., Colomban, L., … & Raouafi, N. (2025). Switchbacks near boundaries of small-scale magnetic flux ropes in the young solar wind from Parker Solar Probe observations. The Astrophysical Journal, 988(1). https://doi.org/10.3847/1538-4357/ade4be

Colomban, L., Agapitov, O. V., Krasnoselskikh, V., Choi, K.□E., Kretzschmar, M., Dudok de Wit, T., … et al. (2025). Polarization properties of whistler waves from the first 17 Parker Solar Probe encounters. Geophysical Research Letters, 52, e2025GL114622. https://doi.org/10.1029/2025GL114622

Alshammari, S., Ballai, I., Verth, G., Fedun, V., & Kozak, L. (2025). Guided waves along a density interface in partially ionised solar plasmas. Solar Physics, 300(11), 162. https://doi.org/10.1007/s11207-025-02576-z

Stepanov, M., Zadorozhna, L., Babur, V., Gugnin, O., & Hnatyk, B. (2025). Galaxy clusters in dark matter window: The case of the Shapley Supercluster. Universe, 11, 316. https://doi.org/10.3390/universe11090316

Dobrycheva, D. V., Hetmantsev, O. O., Vavilova, I. B., Shportko, A., Gugnin, O., & Kompaniiets, O. V. (2025). Discovery of the polar ring galaxies with deep learning. Astronomy & Astrophysics, 702, A258. https://doi.org/10.1051/0004-6361/202555052

Kozak, L. V., Petrenko, B. A., Khalimonenko, N. O., Kronberg, E. A., & Ballai, I. (2025). Influence of turbulence on electric-field intensity variations in the Earth's atmosphere. Kinematics and Physics of Celestial Bodies, 41(6), 249–258. https://doi.org/10.3103/S0884591325060042

Pylypchuk, Yu. I., Nakaznyi, P. O., Barabash, O. V., Zaporozhchenko, A. O., & Gorkavenko, V. M. (2025). Magnetic field in vacuum of quantum spinor matter induced by a cosmic string in three-dimensional space. Ukrainian Journal of Physics, 70(12), 823. https://doi.org/10.15407/ujpe70.12.823

Козак, Л. В., Петренко, Б. А., & Халімоненко, Н. О. (2025). Прискорення заряджених частинок у турбулентних плазмових потоках. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія, (2).

http://www.astrobulletin.knu.ua/bulletin-of-taras-shevchenko-national-university-of-kyiv-astronomy-%E2%84%96722/

Лозицький, В., Яковкін, І., & Павліченко, У. (2025). Спектральні прояви локального підсилення магнітного поля на хромосферному рівні сонячного спалаху. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія, (1), 15–20. https://doi.org/10.17721/BTSNUA.2025.71.15-20

Danylevsky, V., Hnatyk, B., Zadorozhna, L., Mozgova, A., & Gugnin, O. (2025). Atmospheric aerosol observation data at Kyiv AERONET site: Contribution to the ACME project. Вісник Київського Університету. Серія Астрономія, (2). http://www.astrobulletin.knu.ua/bulletin-of-taras-shevchenko-national-university-of-kyiv-astronomy-%E2%84%96722/

Mozgova, A., Hnatyk, B., Zadorozhna, L., Danylevsky, V., & Gugnin, O. (2025). Opening the high-energy sky: From citizen science to training the next generation. Вісник Київського Університету. Серія Астрономія, (2) http://www.astrobulletin.knu.ua/bulletin-of-taras-shevchenko-national-university-of-kyiv-astronomy-%E2%84%96722/

Petrenko, B., & Kozak, L. (2025). Magnetospheric studies: Machine learning applications. 31st Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, Kyiv, Ukraine. p.28.

Petrenko, B., & Kozak, L., & Khalimonenko, N. (2025). Machine learning-based classification of plasma regions around particle acceleration events. International Conference “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, Ukraine, p. 80.

Khalimonenko, N., Kozak, L., & Petrenko, B. (2025). Application of machine learning methods for geomagnetic activity forecasting. International Conference “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, Ukraine, p. 68.

Petrenko, B., Kozak, L., Khalimonenko, N., & Kronberg, E. (2025). Current density determination in the near-Earth environment: Multispacecraft and particle approaches. International Conference “Astronomy and Space Physics”, Kyiv, Ukraine, p. 82.

Pylypchuk, Y., Nakaznyi, P., & Gorkavenko, V. (2025). Induced vacuum magnetic flux in the background of a linear topological defect. The case of fermion matter. XV Conference of Young Scientists “Problems of Theoretical Physics”, Book of Abstracts, p. 9. June 10–12, 2025.

Gugnin, O. (2025). Backpropagation simulations of extremely-high energy cosmic rays. Beyond the GZK limit. Int. Conf. “Magnetic Fields and Cosmic Rays across Diverse Scales: What’s Next?”, Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian, Cambridge, Massachusetts, USA, p. xvii. https://cosmic-rays-magnetic-fields.sites.cfa.harvard.edu/abstract-booklet

Hnatyk, B. (2025). High energy astrophysics research at the Astronomical Observatory of Kyiv University. Astronomy and Space Physics in Kyiv University, International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 27–30, 2025, Kyiv, Ukraine, Book of Abstracts, p. 15.

Babur, V. M., & Hnatyk, B. I. (2025). Multimessenger study of the A3558 and A3528 galaxy cluster complexes within the Shapley supercluster. Astronomy and Space Physics in Kyiv University, International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 27–30, 2025, Kyiv, Ukraine, Book of Abstracts, p. 38.

Stepanov, M., Zadorozhna, L., & Hnatyk, B. (2025). Neutrino constraints on WIMP and superheavy dark matter annihilation/decay in the Shapley supercluster. Astronomy and Space Physics in Kyiv University, International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 27–30, 2025, Kyiv, Ukraine, Book of Abstracts, p. 43.

Voitsekhovskyi, V. V., Sokareva, A., & Hnatyk, B. (2025). Search for magnetar-connected cosmic ray PeVatrons. Astronomy and Space Physics in Kyiv University, International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 27–30, 2025, Kyiv, Ukraine, Book of Abstracts, p. 44.

31st Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics, 7–11 April 2025, Kyiv, Ukraine – 1 доповідь

Astronomy and Space Physics in Kyiv University, International Conference as part of the Science Day in Ukraine, 27–30 May 2025, Kyiv, Ukraine – 7 доповідей

XV Conference of Young Scientists “Problems of Theoretical Physics”, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, 10–12 June 2025, Kyiv, Ukraine – 1 доповідь

Int. Conf. “Magnetic Fields and Cosmic Rays across Diverse Scales: What’s Next?”, 8–12 September 2025, Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts, USA – 1 доповідь

X. Заключні відомості

Керівник юридичної особи Толстанова Ганна Миколаївна
д. б. н., 03.00.04

Перелік осіб-виконавців

Іваненко Дмитро Олександрович

Агапітов Олексій Володимирович
(д. ф.-м. н., доц.)

Вахнюк Богдан Іванович

Гнатик Богдан Іванович
(д. ф.-м. н., професор, 01.03.02)

Горкавенко Володимир Миколайович
(д. ф.-м. н., доц., 01.04.02)

Гугнін Олександр Едуардович

Лозицька Наталія Йосипівна
(к. ф.-м. н., н.с)

Маюров Вадим Кирилович

Петренко Богдан Артемович

Сокарева Анастасія Олександрівна

Тугай Анатолій Володимирович
(к. ф.-м. н., доцент)

Халімоненко Назар Олексійович

Яковкін Іван Іванович

Відповідальний за підготовку облікових документів Бурих Алла Анатоліївна

Телефон 0507291394

Реєстратор Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності Юрченко Тетяна Анатоліївна