Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0222U001149

Державний реєстраційний номер: 0119U002211

Відкрита

Дата реєстрації: 24-01-2022

1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

Назва етапу: Сонячна та міжзоряна плазма: магнетизм, динаміка та геофізичні прояви активності Сонця.

Початок етапу: 01-2019

Закінчення етапу: 12-2021

Вид звітного документа: Остаточний звіт

2. Виконавець

Назва організації: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код ЄДРПОУ/ІПН: 02070987

Підпорядкованість: Міністерство освіти і науки України

Адреса: 79000, м. Львів, вул. Університетська, 1

Телефон: 380322616048

E-mail: zag_kan@lnu.edu.ua

WWW: http://www.lnu.edu.ua

3. Власник результатів НДДКР (продукції)

Назва організації: Міністерство освіти і науки України

Код ЄДРПОУ/ІПН: 38621185

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

Підпорядкованість: Кабінет Міністрів України

Телефон: 380444813221

E-mail: mon@mon.gov.ua

WWW: https://mon.gov.ua/ua

4. Джерела та напрями фінансування

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

КПКВК: 2201040

Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 1438.910 тис. грн.

5. Науково-технічна робота

Назва роботи (укр)

Сонячна та міжзоряна плазма: магнетизм, динаміка та геофізичні прояви активності Сонця.

Назва роботи (англ)

Solar and interstellar plasma: magnetism, dynamics and geophysical manifestations of the solar activity.

Реферат (укр)

Об'єкт дослідження: замагнічена плазма атмосфери Сонця, спокійна атмосфера Сонця, дрібномасштабні атмосферні утворення з сильними магнітними полями, небулярні середовища (НС: зони HII в блакитних компактних карликових галактиках, планетарні туманності (ПТ)), космічна погода, навколоземний космічний простір, штучні супутники Землі (ШСЗ). Мета роботи: дослідження фізичних умов та динаміки замагніченої сонячної та міжзоряної плазми, роль дрібномасштабного динамо в фотосфері Сонця, вивчення довгоперіодичних змін у фотосфері Сонця, вплив зміни полярності магнітного поля на геомагнітні збурення, дослідження впливу сонячної активності (СА) на рух ШСЗ. Методи роботи: альтернативний підхід для діагностики магнітних полів у атмосфері Сонця; вдосконалені алгоритми оберненої задачі нерівноважного переносу випромінювання; метод фотоіонізаційного моделювання НС; дані спостережень на сучасних телескопах світу, а також на телескопах АО ЛНУ, ГАО НАНУ та геомагнітній обсерваторії "Львів". Результати дослідження. За даними спостережень досліджено фізичні умови у замагніченій атмосфері Сонця. Зокрема, побудовані 3D моделі дрібномасштабних магнітних утворень та активних областей, що дозволило дослідити генерацію/підсилення магнітного поля конвективними рухами. Дослідження анізотропії мікротурбулентності дозволило провести діагностику магнітних полів у верхніх шарах атмосфери. За даними спостережень на АЦУ-5 в ГАО побудовані моделі динаміки незбуреної атмосфери Сонця. Отримано хімічний вміст високометалічних зон HII з урахуванням їх внутрішньої структури та її еволюції, уточнено фізичні характеристики ПТ, оцінено область застосування діагностичних методів. Вивчено зв'язок геомагнітних збурень з СА в періоди переполюсовки. Побудовано моделі розділених від сторонніх джерел геомагнітних варіацій на різних часових масштабах. Вдосконалено методику розрахунку прогнозу геомагнітної активності. Поповнено базу даних спостережень ШСЗ, досліджено вплив світлового тиску на динаміку ШСЗ.

Реферат (англ)

Object of study: magnetized plasma of the solar atmosphere, quiet solar atmosphere, small-scale formations with strong magnetic fields, nebular environments (NE), space weather, near-Earth space, Earth's artificial satellites. Aims: study of physical conditions and dynamics of magnetized solar and interstellar plasma, small-scale dynamo in the solar photosphere, long-term changes in the solar photosphere, influence of magnetic field polarity on geomagnetic perturbations, influence of solar activity (SA) on satellites. Methods: an alternative approach to the diagnosis of magnetic fields; improved algorithms for the inverse nonequilibrium radiative transfer problem; method of photoionization modelling of NE; observational data from modern telescopes, including telescopes of AO LNU and MAO NASU and from geomagnetic observatory "Lviv". Results. The physical conditions in the magnetized solar atmosphere were studied. In particular, we constructed 3D models of small-scale magnetic formations and active regions, which allowed to study the generation/amplification of magnetic field by convection. The study of the microturbulence anisotropy allowed the diagnosis of magnetic fields in the upper atmosphere. According to observations at ATsU-5 in MAO, models of the dynamics of the unperturbed solar atmosphere are constructed. The chemical composition of metal-rich HII regions is obtained taking into account their internal structure and its evolution, the physical characteristics of planetary nebulae are specified, the scope of diagnostic methods is estimated. We studied the connection between geomagnetic perturbations and SA during the periods of polarity reversal. We constructed models of geomagnetic variations separated from external sources at different time scales. The method of calculating the forecast of geomagnetic activity was improved. The database of satellite observations was supplemented, the influence of light pressure on the dynamics of satellites was studied.

Індекс УДК: 523.9, 523.94; 523.98; 523.982/083; 523.982/084.3

Коди тематичних рубрик НТІ: 41.21

6. Науково-технічна продукція (НТП)

НТП 1

Назва продукції (укр): НОВИЙ МЕТОД ТА КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ МАГНІТНИХ ПОЛІВ У ФОТОСФЕРІ СОНЦЯ НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ МАГНІТНОЇ АНІЗОТРОПІЇ МІКРОТУРБУЛЕНТНОСТІ

Назва продукції (англ): NEW METHOD AND COMPUTER PROGRAM FOR DIAGNOSTICS OF MAGNETIC FIELDS IN THE SOLAR PHOTOSPHERE BASED ON THE EFFECT OF MAGNETIC ANISOTROPY OF MICROTURBULENCE

Очікувані результати: Методи, теорії, Методичні документи, Програмні продукти

Галузь застосування: Геліофізика

Опис продукції (укр): Призначення розробки та сфера застосування – діагностика змінних з висотою магнітних полів у верхніх шарах атмосфери Сонця за даними спектральних спостережень. Розроблено метод та створено програму для діагностики магнітних полів у фотосфері Сонця на основі ефекту магнітної анізотропії мікротурбулентності, який проявляється в шарах фотосфери, де магнітний тиск більший за турбулентний. Під дією сили Лоренца турбулентний рух іонізованої плазми відбувається в площинах, перпендикулярних до магнітного поля, тоді як конвекція у верхніх фотосферних шарах відбувається вздовж силових ліній магнітного поля. А тому, коли промінь зору напрямлений вздовж магнітного поля, спостережувана мікротурбулентність буде мінімальною (ефект Доплера), у випадку променя зору перпендикулярного до магнітного поля – максимальною. Знаючи турбулентну енергію речовини, можна оцінити магнітну індукцію. Зі збільшенням кута нахилу вектора магнітної індукції відносно променя зору мікротурбулентність зростає, що дозволяє оцінити також напрям магнітного поля. Запропонований метод та розроблена програмна реалізація є альтернативним до існуючих підходів інструментарієм діагностики змінних з висотою магнітних полів верхніх шарів атмосфери Сонця, який дає можливість оцінювати магнітну індукцію виключно за I-профілями Стокса. Розроблена програма дозволяє проводити діагностику магнітних полів у верхніх шарах атмосфери, в тому числі магнітного канопі. Запропонований метод було протестовано на даних спостережень в лінії іонізованого барію Ba II ◻ 4554.03 Å, яка широко використовується при діагностиці дрібномасштабних магнітних полів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Розроблена нова методика діагностики магнітних полів є корисним методично-технічним напрацюванням.

Стадія завершеності НТП: Ідея, концепція

Впровадження НТП: Не впроваджено

Строки впровадження:

Виробник продукції: Львівський національний університет імені Івана Франка

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: Розробка апробована у вигляді однієї наукової статті в журналі Кинематика и физика небесных тел (Т. 36, № 4, 2020).

Форми та умови передачі продукції: Навчання персоналу, Спільні НДДКР

НТП 2

Назва продукції (укр): ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОГО РОЗРАХУНКУ ДИФУЗНОГО ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У НЕБУЛЯРНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Назва продукції (англ): SOFTWARE FOR DETAILED CALCULATION OF DIFFUSE IONIZING RADIATION IN NEBULAR ENVIRONMENTS

Очікувані результати: Методи, теорії, Методичні документи, Програмні продукти

Галузь застосування: астрофізика

Опис продукції (укр): Призначення розробки та сфера застосування – розрахунок поля дифузного іонізуючого випромінювання під час фотоіонізаційного моделювання світіння неоднорідних небулярних середовищ складної морфології. Запропоновано новий підхід для детального розрахунку дифузного іонізуючого випромінювання (ДІВ) у

небулярних середовищах (НС: оболонках планетарних туманностей, протяжних зонах HII тощо) та здійснено його програмну реалізацію – програмне забезпечення DiffRaY_3D, яке дозволяє розраховувати перенос ДІВ вздовж різних напрямів у НС на основі їх просторових мап емісійностей та непрозоростей, обчислених попередньо фотоіонізаційним кодом, у симбіозі з яким працює DiffRaY_3D, що забезпечує базис для коректного ітеративного визначення поля ДІВ у НС довільної морфології. Також DiffRaY_3D дозволяє розраховувати модельні спектри для довільних позицій синтетичної апертури. Основні переваги розробки: дозволяє отримувати коректну іонізаційну структуру НС навіть у затінених від прямого іонізубчого випромінювання ділянках НС; адаптивно підбирає кроки інтегрування під час розрахунку переносу ДІВ та при виборі напрямів такого переносу; процедура розрахунку ДІВ винесена за межі ядра фотоіонізаційного коду, що дозволяє легко та безпечно пов'язувати з кодом DiffRaY_3D різні програми для фотоіонізаційного моделювання. Фотоіонізаційне моделювання світіння (ФМС) НС на сьогоднішній день є найточнішим інструментом їх дослідження. Реальні НС часто показують складну морфологію, що унеможливлює їх адекватне моделювання з використанням наближених методів розрахунку ДІВ. Попередні підходи до розрахунку ДІВ потребують багато комп'ютерного часу на великих кластерах, і часто базуються на статистичних підходах. Запропонований підхід дозволяє відносно швидко розраховувати фотоіонізаційні моделі світіння НС складної морфології навіть на звичайних комп'ютерах. Швидкий процес поєднання коду DiffRaY_3D з програмами для ФМС НС робить його ефективним, безпечним та перспективним.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Розроблений новий підхід для детального розрахунку дифузного іонізуючого випромінювання у небулярних середовищах є корисним методично-технічним напрацюванням.

Стадія завершеності НТП: Ідея, концепція

Впровадження НТП: Програмне забезпечення розміщено на сервісі GitHub за адресою: github.com/olegbugaenko/DiffRay

Строки впровадження:

Виробник продукції: Львівський національний університет імені Івана Франка

Споживачі продукції:

Перспективні ринки:

Права інтелектуальної власності: П'ять наукових статей.

Форми та умови передачі продукції: Навчання персоналу, Спільні НДДКР

7. Бібліографічний опис

Стоділка М. І. Діагностика фотосферних джетів спокійної атмосфери Сонця / Стоділка М. І., Сухоруков А. В., Присяжний А. І. // Кинемат. и физ. небесн. тел. – 2019. – Т. 35, №5. – С. 48–84. https://doi.org/10.15407/kfnt2019.05.048

Стоділка М. І. Особливості конвекції в атмосферних шарах сонячного факела / Стоділка М. І., Присяжний А. І., Костик Р. І. // Кинемат. и физ. небесн. тел. – 2019. – Т. 35, №6. – С. 18–33. https://doi.org/10.15407/kfnt2019.06.018

Skulski M. Diffuse ionizing radiation in nebular envelopes of symbiotic novae V1016Cyg and HM Sge / Skulski M., Melekh B., Buhaenko O. // Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso. – 2019. – V. 49. – P. 493–502. https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019CoSka..49..493S/abstract

Ковальчук М. М. Динаміка тонкої структури 22-літнього магнітного циклу сонячної активності / Ковальчук М. М., Рикалюк Р. Є., Стоділка М. І., Баран О. А., Гірняк М. Б. // Журнал фізичних досліджень. – 2019. – Т. 23. – №1. – 1903 (5 с.). https://doi.org/10.30970/jps.23.1903

Лозицький В. Г. Фізичні умови у сонячному спалаху 19 липня 2000 р. балу M6.4/3N / Лозицький В. Г., Стоділка М. І. // Журнал фізичних досліджень. – 2019. – Т. 23. – №4. – 4902 (10 с.). https://doi.org/10.30970/jps.23.4902

Shchukina N. G. The diagnostic potential of the weak field approximation for investigating the quiet Sun magnetism: the Si I 10 827 Å line / Shchukina N. G., Trujillo Bueno J. // Astron. Astrophys. – 2019. – V. 628, id. A47. – 12 pp. https://doi.org/10.1051/0004-6361/201935510

Щукіна Н. Г. Діагностика поля швидкостей спокійного Сонця лямбда-метр-методом: лінія Si I ◻ 1082.7 нм / Щукіна Н. Г., Костик Р. І. // Кинемат. и физ. небесн. тел. – 2020. – Т. 36. – №1. – С. 3–23. https://doi.org/10.15407/kfnt2020.01.003

Стоділка М. І. Сонячні факели: мікротубулентність як індикатор похилих магнітних полів / Стоділка М. І., Костик Р. І. //

Кинемат. и физ. небесн. тел. – 2020. – Т. 36. – №4. – С. 3–18. https://doi.org/10.15407/kfnt2020.04.003

Головатий В. В. Фізичні та еволюційні характеристики оболонок симбіотичних нових V1016Cyg та HMSge / Головатий В. В., Мелех Б. Я., Бугаєнко О. С., Скульський М. Ю. // Журнал фізичних досліджень. – 2020. – Т. 24 – №1. – 1903 (11с.). https://doi.org/10.30970/jps.24.1903

Кузьмак А. Р. Фотойонізаційне моделювання оболонок планетарних туманностей з урахуванням пилу. II. Визначення мас небулярної оболонки та її зорі-попередниці за електронною температурою у випадку однорідного просторового розподілу небулярної речовини / Кузьмак А. Р., Мелех Б. Я. // Журнал фізичних досліджень. – 2020. – Т. 24 – №1. – 1905 (8 с.). https://doi.org/10.30970/jps.24.1905

Лозицький В. Г. Порівняння спектральних вимірювань магнітного поля в сонячній плямі по лініях із різними факторами Ланде / Лозицький В. Г., Осіпов С. М., Стоділка М. І. // Журнал фізичних досліджень. – 2020. – Т. 24 – №3. – 3905 (8 с.). https://doi.org/10.30970/jps.24.3905

Баран О. А. Вплив асиметрії переполюсовки магнітного поля Сонця на геомагнітну активність / Баран О. А., Ковальчук М. М., Лаушник І. П., Стоділка М. І., Гірняк М. Б. // Журнал фізичних досліджень. – 2020. – Т. 24. – №1. – 7 с. https://doi.org/10.30970/jps.24.1901

Ковальчук М. М. Наближена оцінка тривалості орбітального руху штучних супутників Землі з урахуванням світлового тиску / Ковальчук М. М., Вовчик Е. Б., Баран О. А., Білінський А. І., Лаушник І. П., Стоділка М. І., Гірняк М. Б. // Журнал фізичних досліджень. – 2021. – Т. 25. – №1. – 1901 (4 с.). https://doi.org/10.30970/jps.25.1901

Баран О. А. Розвиток активних областей на Сонці // Баран О. А., Ковальчук М. М., Стоділка М. І., Лаушник І. П., Гірняк М. Б. // Журнал фізичних досліджень. – 2021. – Т. 25. – №2. – 2901 (5 с.). https://doi.org/10.30970/jps.25.2901

Lozitsky V. G. Comparison of physical conditions in two phases of the solar flare of July 19, 2000 of M6.4/3N class / Lozitsky V. G., Stodilka M. I. // Astrophysics and Space Science. – 2021. – Vol. 366, id. 30. – 9 pp. https://doi.org/10.1007/s10509-021-03935-5

Kudin D. V. Advanced Production of Quasi-Definitive Magnetic Observatory Data of the INTERMAGNET Standard / Kudin D. V., Soloviev A. A., Sidorov R. V., Starostenko V. I., Sumaruk Yu. P., Legostaeva O. V. // Geomagnetism and Aeronomy. – 2021. – V. 61, Issue 1. – P. 54–67. https://doi.org/10.1134/S0016793221010096

Melekh B. Erratum: Photoionization analysis of chemodynamical dwarf galaxies simulations / Melekh B., Recchi S., Hensler G., Buhajenko O. // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2021. – Vol. 502, Issue 1. – P. 1048–1050. https://doi.org/10.1093/mnras/staa4010

Shchukina N. Kyiv monitoring program of spectral line variations with the 11-year cycle / Shchukina N., Osipov S., Stodilka M. // Long-term Datasets for the Understanding of Solar and Stellar Magnetic Cycles, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium. – 2018. – V. 340. – P. 31–34. https://doi.org/10.1017/S1743921318001369

Kasheba M. Comparison of the photoionisation modelling results for planetary nebulae with the observed data / Kasheba M., Melekh B. Ya. // Adv. in Astron. and Space Phys. – 2020. – V. 10. – P. 12–20. https://doi.org/10.17721/2227-1481.10.12-20

Koshmak I. O. Photoionisation modelling of the HII regions surrounding star-forming regions within the metallicity range Z=0.003-0.012 / Koshmak I. O., Melekh B. Ya. // Adv. in Astron. and Space Phys. – 2020. – V. 10. – P. 21–27. https://doi.org/10.17721/2227-1481.10.21-27

Мелех Б. Перевірка надійності визначення хімічного вмісту планетарних туманностей діагностичним методом у поєднанні з популярними виразами для іонізаційно-корекційних множників / Мелех Б., Хмілевська, О. Кашеба М. // Вісник Львівського університету. Серія фізична. 2018. – Т. 55. – С. 24–39. https://doi.org/10.30970/vph.55.2018.24

Сумарук Ю. П. Моделювання регіонального магнітного поля з використанням сферичних функцій: теоретичний аспект / Сумарук Ю. П., Янків-Вітковська Л. М., Джуман Б. Б. // Геофизический журнал. – 2019. – Т. 1. – №1. – С. 180–191. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i1.2019.158872

Stodilka M. I. Peculiarities of convective flows formation in the solar photosphere / Stodilka M. I., Baran O. A. // Zeszyty Naukowe. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy. – 2019. – №268. – Ser. 21. Telekomunikacja i Elektronika. – S. 61–68. http://wu.utp.edu.pl/uploads/oferta/ZN Telekom. i Elektron. 21.pdf.pdf.pdf

Лозицький В. Г. Магнітні поля і термодинамічні умови у передмаксимальній фазі сонячного спалаху балу M6.4/3N / Лозицький В. Г., Стоділка М. І. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Астрономія. – 2019. – №59(1). – С. 20–29. https://doi.org/10.17721/BTSNUA.2019.59.20-29

Сумарук Ю. П. Моделювання регіонального магнітного поля з використанням сферичних функцій: практичний аспект / Сумарук Ю. П., Янків-Вітковська Л. М., Джуман Б. Б. // Геофизический журнал. — 2019. — Т. 41, № 6. — С. 165–172. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i6.2019.190073

Osipov S. N. Long-term monitoring of spectral line variations with the 11-year cycle. Quiet Sun / Osipov S. N., Shchukina N. G., Kostyk R. I., Stodilka M. I. // Astronomical and Astrophysical Transactions (AApTr). – 2020. – V. 31, Issue 4. – P. 465–472. http://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/2020A%26AT...31..465O

Lozitsky V. G. Anomalous widening of 5434.5 line in sunspots: super-strong magnetic fields? / Lozitsky V. G., Osipov S. M., Stodilka M. I. // Odessa Astronomical Publications. – 2020. – V. 33. – P. 89–92. http://dx.doi.org/10.18524/1810-4215.2020.33.216451

Стоділка М. І. Діагностика неоднорідної фотосфери Сонця: монографія / Стоділка М. І., Баран О. А. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 190 с. ISBN 978-617-7864-72-0 http://astro.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/book.pdf

Сумарук Ю. П. Просторово-часовий розподіл вікових варіацій геомагнітного поля від зовнішніх та внутрішніх джерел: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра фіз.-мат. наук: спец. 04.00.22 “Геофізика”, 103 “Науки про Землю” / Ю. П. Сумарук. – Київ, 2021. – 47 с. http://www.igph.kiev.ua/Specialcouncil/2021/Sumaruk/Sumaruk_aref.pdf

Присяжний А. І. Фізичні умови у неоднорідній замагніченій фотосфері Сонця: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук: спец. 01.03.03 “Геліофізика і фізика Сонячної системи” / А. І. Присяжний. – Львів, 2020. – 28 с. https://mao.kiev.ua/biblio/docs/special/2020-11-26_Prysiazhnyi_aref.pdf

Бугаєнко О. С. Дифузне випромінювання в небулярних середовищах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук: спец. 01.03.02 “Астрофізика, радіоастрономія” / О. С. Бугаєнко. – Одеса, 2021. – 21 с. http://pub.onu.edu.ua/images/specrada/d4105104/aref_BugaenkoAS.rtf

8. Звітна документація

Кількість сторінок в звіті: 224

Мова звіту: Українська

Кількість файлів у звіті: 2

9. Заключні відомості

Перелік осіб-виконавців

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

Гірняк Марія Богданівна

Ковальчук Марія Миронівна (к. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Мелех Богдан Ярославович (д. ф.-м. н., с.н.с.)

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

Сумарук Юрій Петрович (д. ф.-м. н., старший науковий співробітник)

Тишко Нестор Любомирович (к. ф.-м. н.)

Щукіна Наталія Геннадіївна (д. ф.-м. н., член-кор., старший науковий співробітник)

Керівник організації:

Мельник Володимир Петрович

Керівники роботи:

Стоділка Мирослав Іванович

Керівник відділу реєстрації наукової діяльності УкрІНТЕІ

Юрченко Т.А.