

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U001523

Державний реєстраційний номер: 0122U000796

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Експериментальні дослідження варіацій параметрів іоносфери та процесів у іоносферній плазмі над Україною в умовах спокійної та збуреної іоносфери

Початок етапу: 01.2022

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут іоносфери

Код за ЄДРПОУ: 14084302

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 16, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61002, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380577062599, 380577062587

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): 220 1040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3120.000

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Експериментальні дослідження іоносферної плазми над Україною у 25-му циклі сонячної активності

Назва роботи англійською:

Experimental investigations of ionospheric plasma over Ukraine in Solar Cycle 25

Реферат українською:

Отримано результати експериментальних та модельних досліджень варіацій параметрів іоносферної плазми для різних сезонів року та стану космічної погоди на фазах зростання та максимуму 25-го циклу сонячної активності. Проаналізовано процеси в іоносфері в умовах її збурень, викликаних геокосмічними бурями різного характеру та сонячним затемненням. Виявлено та оцінено параметри рухомих іоносферних збурень за даними GNSS вимірювань. Проведено порівняння отриманої в Інституті іоносфери геофізичної інформації з такою, що отримано в попередні періоди досліджень іоносфери, а також з даними інших радіофізичних засобів (світової мережі іонозондів, радарів некогерентного розсіяння тощо), розташованих у різних регіонах земної кулі. Одержано результати модернізації апаратури, розробки та вдосконалення алгоритмів і програм обробки даних вимірювань, що дозволили розширити можливості радіофізичного обладнання Інституту іоносфери та підвищити достовірність отримання інформації про навколоземне середовище. Результати роботи використовуються для розвитку регіональної моделі іоносфери та можуть бути використані у фундаментальних дослідженнях сонячно-земних зв'язків та геокосмосу, для вирішення прикладних задач, пов'язаних з урахуванням впливу іоносферної плазми на системи телекомунікації, функціонування супутникової апаратури в космічному просторі та точність систем геопозиціонування.

Реферат англійською:

The results of experimental and model studies of variations in ionospheric plasma parameters for different seasons of the year and the state of space weather during the growth and maximum phases of the 25th cycle of solar activity were obtained. The processes in the ionosphere were analyzed under conditions of ionospheric disturbances caused by geospace storms of various nature and solar eclipses. The parameters of traveling ionospheric disturbances were identified and estimated using GNSS measurement data. The geophysical information obtained at Institute of Ionosphere was compared with that obtained in previous periods of ionospheric research, as well as with data from other radiophysical facilities (the world network of ionosondes, incoherent scatter radars, etc.) located in different regions of the globe. The results of equipment modernization, development and improvement of measurement data processing algorithms and programs were obtained, which allowed expanding the capabilities of the radiophysical equipment of the Institute of Ionosphere and increasing the reliability of obtaining information about the near-Earth environment. The results of investigations are used to develop and validate the regional model of the ionosphere and can be used in basic studies of solar-terrestrial relationships and geospace, to solve applied problems related to the effect of ionospheric plasma on telecommunications systems, the operation of satellite equipment in outer space and the accuracy of geopositioning systems.

Індекс УДК: 550.388.2;551.510.535

Коди тематичних рубрик: 37.15.29

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Ємельянов Леонід Якович

Науковий ступінь: к. ф.-м. н.

Вчене звання: С.Н.С.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

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

Назва НТП українською: Параметри іоносферної плазми, отримані в результаті вимірювання, обробки та аналізу даних радіофізичного обладнання іоносферної обсерваторії Інституту іоносфери (Україна) та інших установок, розташованих в Європі та США, параметри динамічних та теплових процесів в іоносфері над Україною, результати геофізичного аналізу параметрів космічної погоди та реакції іоносфери на геокосмічні збурення та сонячні затемнення.

Назва НТП англійською: Parameters of ionospheric plasma obtained as a result of measurement, processing and analysis of data from radiophysical equipment of the Ionospheric observatory of the Institute of Ionosphere (Ukraine) and other installations located in Europe and the USA, parameters of dynamic and thermal processes in the ionosphere over Ukraine, results of geophysical analysis of space weather parameters and the reaction of the ionosphere to geospace disturbances and solar eclipses.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: 72.30.0, 72.40.0, 73.10.1, 73.10.2

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Отримано і проаналізовано висотні і часові варіації параметрів іоносфери під час або поблизу характерних геофізичних періодів (зимового та літнього сонцестоянь і весняного та осіннього рівнодень). Регресійний аналіз із використанням даних концентрації електронів NmF2, отриманих за період 2013–2023 рр., показав, що залежності NmF2 від індексів сонячної активності задовільно описуються лінійною регресією для всіх сезонів, крім літа. Літні дані найкраще апроксимуються квадратичною регресією. Проведено порівняння і сумісний аналіз даних, отриманих в Інституті іоносфери, з даними інших установок, розташованих в різних регіонах земної кулі, а також порівняння з даними існуючих моделей іоносфери, які, як виявлено, не завжди адекватно прогнозують її стан, навіть за магнітоспокійними умовами. Проаналізовано параметри сонячного вітру і геомагнітні параметри під час геокосмічних бур та їхній взаємозв'язок з варіаціями параметрів іоносфери. Виявлено, що реакція іоносфери на кожен з 11 розглянутих геокосмічних бур має свої особливості, а самі результати є унікальними і важливими для поповнення знань про динамічні процеси в іоносфері. Виявлено характеристики впливу сонячного затемнення 25 жовтня 2022 року на параметри іоносфери над Харковом на фоні неординарних добових варіацій цих параметрів. Реакція іоносфери на це затемнення, крім загальних для затемнень закономірностей, мала індивідуальні особливості. Виявлено та оцінено параметри рухомих іоносферних збурень за даними GNSS вимірювань. Отримані значення параметрів динамічних та теплових процесів в іоносфері суттєво залежать від фази циклу сонячної активності, геомагнітної обстановки, сезону та стану космічної погоди. Модифікована версія регіональної моделі CERIM ION виявляється більш точною та зручною для практичного використання. Методичні, апаратні, алгоритмічні і програмні розробки значно розширили можливості радіофізичного обладнання Іоносферної обсерваторії Інституту іоносфери.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

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

1. Emelyanov L.Ya., Katsko S.V., Lyashenko M.V., Chernogor L.F. Ionosphere response to geospace storm on 25 September 2016 over Kharkiv (Ukraine), *Advances in Space Research*. 2023, Vol. 71, Issue 8, P. 3323–3345. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.02.004>.
2. Koloskov O., Kashcheyev A., Bogomaz O., Sopin A., Gavrylyuk B., Zalizovski, A. Performance Analysis of a Portable Low-Cost SDR-Based Ionosonde. *Atmosphere*. 2023. Vol. 14, No. 159. <https://doi.org/10.3390/atmos14010159>.
3. Yasar M., Sagir S., Emelyanov L. Y., Lyashenko M., Korlaelci S., Atici R. Calculation of the ionospheric cross-section with the incoherent scattering radar and its comparison with the predictions of the IRI model. *Wireless Pers Commun*. 2023. Vol. 132. P. 487–503. <https://doi.org/10.1007/s11277-023-10619-6>.
4. Emelyanov L.Ya., Bogomaz O.V., Chernogor L.F., Domnin I.F. Response of the mid-latitude ionosphere to the solar eclipse on 25 October 2022: results of F2-layer vertical sounding, *Advances in Space Research*. 2024. Vol. 73, Is. 5. P. 2338–2354. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.12.034>.
5. Reznichenko M.O., Kotov D.V., Richards P.G., Bogomaz O.V., Reznichenko A.I., Goncharenko L.P., et al.. The thermosphere was poorly predictable not only during but also before and after the Starlink Storm on 3–4 February 2022. *Geophysical Research Letters*. 2025. Vol. 52, e2024GL112620. <https://doi.org/10.1029/2024GL112620>.
6. Panasenko S.V., Aksonova K.D., Burešová D., Bogomaz O.V., Zhivolup T.G., Koloskov O.V. Large-scale traveling ionospheric disturbances over central and eastern Europe during moderate magnetic storm period on 22–24 September 2020. *Advances in Space Research*. 2023. Vol. 72, Issue 10. P. 4364–4378. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.09.035>.
7. Aksonova K.D., Sopin A.O., Buresova D., Zalizovski A.V., Domnin I.F. Synchronous observations of traveling ionospheric disturbances by the multipoint Doppler sounding, ionosonde and the incoherent scatter radar: case study. *Advances in Space Research*. 2024. Vol. 73, No. 9, P. 4414–4425. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.01.032>.
8. Emelyanov L., Mirosnikov A. Development of methodological, hardware, and software of the incoherent scatter radar of Institute of Ionosphere (Kharkiv, Ukraine). *International Journal of Electronics and Telecommunications*. 2023, Vol. 69, No. 3, P. 579–586. <https://doi.org/10.24425/ijet.2023.146510>.
9. Katsko S.V., Emelyanov L.Ya. Variations in the middle-latitude ionosphere parameters over Ukraine during the very moderate magnetic storm on December 18, 2019. *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*, 2023. Vol. 39, No. 2. P. 78–89. <https://doi.org/10.3103/S0884591323020034>.

10. Rogozhkin Ye.V., Emelyanov L.Ya., Pulyayev V.O., Domnin I.F., Miroshnikov A.Ye., and Kuzmenko N.O. Hardware and algorithmic features of radiation, reception and processing of signals using incoherent scatter technique. *Radioelectronics and Communications Systems*, 2022, Vol. 65, No. 11. P. 609–620.
<https://doi.org/10.3103/s0735272722120056>.
11. Reznichenko M., Bogomaz O., Kotov D., Zhivolup T., Koloskov O., Lisachenko V. Observation of the ionosphere by ionosondes in the Southern and Northern hemispheres during geospace events in October 2021. *Ukrainian Antarctic Journal*. 2022. Vol. 20, No. 1. P. 18–30. <https://doi.org/10.33275/1727-7485.1.2022.686>
12. Reznichenko M., Kotov D., Bogomaz O., Zhivolup T., Reznichenko A., Zalizovski A., Koloskov O., Lisachenko V., Dzyubanov D. Ionospheric response to the February 27, 2023 intense geomagnetic storm over Kharkiv and the Akademik Vernadsky station. *Ukrainian Antarctic Journal*, 2024. Vol. 22, No. 1. P. 40–50.
<https://doi.org/10.33275/1727-7485.1.2024.726>.
13. Кацко С.В., Ємельянов Л.Я. Варіації параметрів середньошироїтної іоносфери над Україною під час вельми помірної магнітної бурі 18 грудня 2019 р. *Кінематика і фізика небесних тіл*. 2023, Т. 39, № 2. С. 16–33.
<https://doi.org/10.15407/kfnt2023.02.016>.
14. Колодяжний В.В., Ляшенко М.В., Ємельянов Л.Я., Дзюбанов Д.А. Моделювання просторово-часових варіацій параметрів динамічних та теплових процесів у геокосмосі над Україною у період мінімуму 24-го циклу сонячної активності (2009 та 2019 рр.). *Космічна наука і технологія*. 2023. 29, №1 (140). С. 15–35.
<https://doi.org/10.15407/knit2023.01.015>.
15. Рогожкін Є.В., Ємельянов Л.Я., Пуляєв В.О., Домнін І.Ф., Мірошніков А.Є., Кузьменко Н.О. Апаратні та алгоритмічні особливості випромінювання, приймання та обробки сигналів у методі некогерентного розсіяння радіохвиль. *Вісті вищих учбових закладів. Радіoeлектроніка*. 2022. Т. 65, № 11. С. 715–728.
<https://doi.org/10.20535/S0021347022120056>.
16. Колодяжний В.В., Ляшенко М.В., Ємельянов Л.Я., Дзюбанов Д.А. Моделювання просторово-часових варіацій параметрів фізичних процесів у іоносферній плазмі над Україною на фазі максимуму 24-го циклу сонячної активності (2012–2015 рр.). *Космічна наука і технологія*. 2024. 30, №1 (146). С. 44–65.
<https://doi.org/10.15407/knit2024.01.044>.
17. Пуляєв В.О., Рогожкін Є.В. Спосіб обчислення висотного розподілу електронної концентрації іоносферної плазми // Патент України на корисну модель № 151831 від 21.09.2022 р., Бюл. № 38.
<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1706623/>.
18. Пуляєв В.О., Ляшенко М.В., Котов Д.В. Спосіб підвищення точності розрахунку кінетичних температур іоносферної плазми у методі некогерентного розсіяння // Патент України на корисну модель № 153522 від 19.07.2023 р. Бюл. № 29. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1748896/>.
19. Кузьменко Н.О., Пуляєв В.О., Ляшенко М.В., Рогожкін Є.В. Спосіб визначення за допомогою радара некогерентного розсіяння горизонтальної складової швидкості руху штучних космічних об'єктів // Патент України на корисну модель № 155529 від 16.03.2024 р. Бюл. № 10.
<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1787301/>.
20. Пуляєв В.О., Ємельянов Л.Я., Панасенко С.В., Богомаз О.В., Котов Д.В. Спосіб розрахунку кінетичних температур іоносферної плазми у методі некогерентного розсіяння при врахуванні імпульсу зондування // Позитивне рішення від 21.12.2024 р. на видачу патенту України на корисну модель за заявкою u2024 01444 від 19.03.2024 р.
21. Emelyanov L., Rogozhkin E., Pulyayev V. Features of reception of signals with linear and circular polarization in the incoherent scatter technique. 2022 IEEE 41st International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). October 10–14, 2022, Kyiv, Ukraine, Conference Proceedings. P. 529–534.
<https://doi.org/10.1109/ELNANO54667.2022.9927099>.

22. Rogozhkin E., Pulyayev V., Kuzmenko N. Peculiarities of Using the Digital Format in Computational Processing of Coherent Radar Signals. 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week). October 03–07, 2022, Kharkiv, Ukraine. P. 196–200. <https://doi.org/10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916377>.
23. Emelyanov L. Observation of ionospheric plasma motion over Kharkiv during solar eclipses on September 1, 2016, and June 10, 2021. 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (IEEE UkrMW-2022), “Microwaves, Radar and Remote Sensing” (MRRS), 14–18 November 2022. Kharkiv, Ukraine, Conference Proceedings. 2022. P. 604–609. <https://dx.doi.org/10.1109/UkrMW58013.2022.10037144>.
24. Katsko S.V., Emelyanov L.Ya., Kolodyazhnyi V.V., Domnin I.F. Ionospheric positive storm phase on 18 December 2019 observed by the Kharkiv incoherent scatter radar. XXXVth General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science (URSI GASS), Sapporo, Japan, 19–26 August 2023. Conference Proceedings. 2023. <https://doi.org/10.23919/URSIGASS57860.2023.10265568>.
25. Pulyayev V., Emelyanov L., Rogozhkin E., Kuzmenko N. Hardware methods for determination of the characteristics of incoherent scatter signals in radar remote sensing. 2023 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week). October 02–06, 2023, Kharkiv, Ukraine. P. 196–200. <https://doi.org/10.1109/khpiweek61412.2027.10312897>.
26. Emelyanov L., Rogozhkin Ye., Podyachiy Yu. Method for sampling narrowband radio signals with known center frequency of spectrum. 2024 IEEE 42nd International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). May 13–16, 2024, Kyiv, Ukraine, Conference Proceedings. 2024. P. 544–548. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10756842>.
27. Emelyanov L.Ya., Panasenko S.V. Comparison of ionospheric plasma drift velocity measurement results obtained at middle latitudes of the Earth’s east-ern and western hemispheres using incoherent scatter radar data. Astronomy and Space Physics. International Conference, October 18–October 21, 2022, Kyiv, Ukraine. Book of Abstracts. Kyiv. 2022. P. 91–92. <https://ir.library.knu.ua/handle/123456789/6393>.
28. Emelyanov L.Ya., Bogomaz O.V. Observations of the mid-latitude ionosphere during the solar eclipse of October 25, 2022. Astronomy and Space Physics in the Kyiv University. International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 23–May 26, 2023, Kyiv, Ukraine. Book of Abstracts. Kyiv. 2023. P. 93–94. http://www.observe.univ.kiev.ua/conference/wp-content/uploads/2023/05/Book_of_Abstracts-2023inet.pdf.
29. Reznichenko M.O., Kotov D.V., Bogomaz O.V., Koloskov O.V., Lisachenko V.M. Ionospheric response to some moderate geomagnetic storms over Ukrainian Antarctic station and magnetically conjugate region. XI International Antarctic Conference, Kyiv, Ukraine, May 10–12, 2023. P. 65–66. http://uac.gov.ua/wp-content/uploads/2023/05/Book-of-Abstracts_IAC-11_2023_.pdf.
30. Emelyanov L. Ya. Variations in the ionospheric parameters during the maximum phase of the 25th cycle of solar activity. Astronomy and Space Physics in the Kyiv University. International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 28–May 31, 2024, Kyiv, Ukraine. Book of Abstracts, Kyiv. 2024. P. 78–79. <http://www.observe.univ.kiev.ua/conference/book-of-abstracts/>.
31. Panasenko S. V., Skipa V. V., Reznichenko M. O. Characteristics of large-scale traveling ionospheric disturbances over Europe, North America and South Africa during the geospace storm on 27–28 February 2023. Astronomy and Space Physics in the Kyiv University. International Conference in part of the Science Day in Ukraine, May 28–May 31, 2024, Kyiv, Ukraine. Book of Abstracts. Kyiv. 2024. P. 99–100.
32. Domnin I., Emelyanov L., Kotov D., Panasenko S., Bogomaz O., Katsko S., Pulyaev V., Miroshnikov A., Kolodyazhnyi V. Results of experimental and theoretical studies of physical processes in the ionosphere over Ukraine in the years 2021–2023. Space research in Ukraine. 2022–2024 / Ed. O. Fedorov. Kyiv: Akadem periodyka, 2024. P. 39–45. https://shron1.chtyvo.org.ua/Avtorskyi_kolektyv/Space_research_in_Ukraine_20222024_anhl.pdf?#page=41.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Домнін Ігор Феліксович

Д. Т. Н.

Перелік осіб-виконавців

Аксьонова Катерина Дмитрівна
(д.філософ)

Барабаш Володимир Володимирович
(к. ф.-м. н., 01.04.03)

Богомаз Олександр Вікторович
(к. т. н.)

Домнін Ігор Феліксович
(к.т.н., 05.09.12)

Живолуп Тарас Григорович
(к. ф.-м. н., 04.00.22)

Кацко Софія Валеріївна
(к. ф.-м. н., 04.00.22)

Колодяжний Вячеслав Валерійович

Котов Дмитро Володимирович
(к. ф.-м. н.)

Мірошников Артем Євгенович

Панасенко Сергій Валентинович
(к. ф.-м. н., 01.04.03)

Поліваний Олександр Іванович

Пуляев Валерій Олександрович
(д.т.н.)

Резніченко Манрина Олексіївна
(д.філософ)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Кацко Софія Валеріївна

Телефон

+38 (066) 185-94-89

Реєстратор

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

