

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002075

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 31-05-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Станіславський Лев Олександрович

2. Lev O. Stanyslavskyi

Кваліфікація: 104

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2099-9400

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Фізика та астрономія

Дата захисту: 31-07-2024

Спеціальність за освітою: Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 64.260.002/ID 5919

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 41.51.29, 41.17.29, 41.25.29

Тема дисертації:

1. Нові астрофізичні можливості радіоастрономії найдовших хвиль
2. New astrophysical advances in radio astronomy of the longest waves

Реферат:

1. Мета роботи – є дослідження космічного випромінювання різної природи на найдовших радіохвилях за допомогою новітніх підходів та радіотелескопів, щоб встановити астрофізичні перспективи таких вимірювань. Для досягнення цієї мети необхідно розв'язати наступні задачі. По-перше, розробити методику спостережень випромінювання космічних об'єктів на найдовших хвилях, на які шкідливо впливають різного роду природні та штучні радіоперешкоди, а також іоносфера. По-друге, експериментально перевірити можливість радіоастрономічних вимірювань за допомогою прототипу наднизькочастотної антени для місячної обсерваторії у наземних умовах у частотному діапазоні поблизу іоносферного відсічення. По-третє, провести експериментальні дослідження іоносферного відсічення сонячних сплесків III-типу і порівняти їх величини з одночасними вимірами критичної частоти F2 шару іоносфери, які виконуються за допомогою

іонозондів. По-четверте, виконати експериментальні дослідження особливостей сонячного сплеску U-типу на початку нового циклу сонячної активності з використанням як наземних радіотелескопів, так і сонячних космічних місій. По п'яте, виконати експериментальні дослідження континуального інтегрального спектру випромінювання залишку наднової Кассіопея А за допомогою інтерферометричних спостережень, в яких радіогалактика Лебідь А виступає в якості джерела калібрування. У шосте, провести астрофізичну інтерпретацію отриманих результатів і встановити найбільш відповідну модель, яка описує теплове поглинання радіовипромінювання всередині та зовні Кассіопеї А. Об'єкт досліджень – є континуальне та спорадичне радіовипромінювання космічних об'єктів на найдовших хвилях. Теоретичні та практичні результати. Отримані методики досліджень космічного випромінювання на найдовших хвилях мають практичну цінність для спостережень різноманітних об'єктів Всесвіту, до яких належать залишки наднових, радіогалактики, квазари, пульсари та інші джерела низькочастотного випромінювання космосу.

Запропоновану методику вимірювання параметрів теплового поглинання в іонізованому газі, може бути використано для досліджень інших залишків наднових, для більшості яких це можливо зробити тільки із спостережень їх випромінювання на найдовших хвилях. Практична цінність запропонованого підходу з застосуванням вимірювань на радіотелескопах УРАН-2 (Україна) та NenuFAR (Франція), ілюструє синергію різних інструментів для радіоастрономічних спостережень, коли результати вимірювань з одного інструменту суттєво доповнюють результати вимірювань з іншого. У цьому випадку за допомогою УРАН-2 вдається вести спостереження у частотному діапазоні 8-40 МГц, а NenuFAR спостерігав Кассіопею А на частотах 20-66 МГц. Таким чином, з'єднуючи їх спектри вдається встановити більш повну картину астрофізичних процесів. Новизна наукових результатів. Розроблено методики широкосмугових спостережень радіовипромінювання наднизьких частот різної природи на найдовших хвилях із одночасним використанням передових українських радіотелескопів разом з прототипом антени для майбутньої місячної обсерваторії. Проведено спільні дослідження варіацій критичної частоти F2 шару іоносфери з одночасним застосуванням радіоастрономічних спостережень іоносферного відсічення сонячних сплесків III-типу та вимірювань за допомогою іонозондів. Зареєстровано та досліджено асоціацію U+III сонячних сплесків передбачену в теоретичних моделях генерації сплесків у сонячній астрофізиці. Запропоновано калібрування моделі корони за допомогою радіоспостережень сонячних сплесків U-типу. Встановлено величини параметрів теплового поглинання всередині і зовні залишку наднової Кассіопея А за допомогою інтерферометричних спостережень широкосмугового радіовипромінювання наднизьких частот цього джерела. Методи досліджень. Для розв'язання поставлених завдань використовувались наступні методи сучасної радіоастрономії та астрофізики: (I) експериментальні дослідження часової та частотної структури радіовипромінювання космічних об'єктів на найдовших хвилях; (II) обробка результатів спостережень і очищення їх від завад з застосуванням найсучасніших методів статистичної обробки експериментальних даних; (III) теоретичні моделі генерації сонячних сплесків, теплового поглинання радіовипромінювання в іонізованому газі, а також методи чисельного аналізу. Ступінь упровадження. Отримані результати мають фундаментальне значення у розумінні Всесвіту, а розроблені засоби та інструменти дозволяють проводити астрофізично значущі вимірювання космічних об'єктів різної природи в широкій смузі частот аж до частот іоносферного відсічення. Сфера використання. Розроблені методи радіоастрономічних спостережень та обробки даних ефективні й суттєво мінімізують вплив небажаних сигналів на результати вимірювань. Це дозволяє їх використовувати у дослідженнях дуже слабких космічних сигналів таких, до яких зокрема належить сигнал в лінії 21 см нейтрального гідрогену у ранньому Всесвіті в епоху Темних віків.

2. The purpose of the work is the studies of cosmic radiation of various natures at the longest radio waves using the latest approaches and radio telescopes to establish the astrophysical perspectives of such measurements. To achieve this goal, the following tasks were solved. First, to develop a technique for observing the radiation of space objects at the longest wavelengths, which is adversely affected by various types of natural and artificial radio interference, as well as the ionosphere. Secondly, to experimentally test the possibilities of radio astronomical measurements using a prototype ultra-low-frequency antenna. Thirdly, to conduct experimental studies of ionospheric cutoff of III-type solar bursts and compare their values with simultaneous measurements of critical

frequencies of the ionosphere F2-layer with the help of ionosondes. Fourth, to perform experimental studies of the characteristics of a U-type solar burst at the beginning of a new cycle of solar activity using both ground- and space-based instruments. Fifth, to perform experimental studies of the continuous radio spectrum of Cassiopeia A using interferometric observations, in which the Cygnus A radio galaxy is a calibration source. Sixth, to conduct an astrophysical interpretation and establish the most appropriate model which describes the thermal absorption of radio emission inside and outside Cassiopeia A. The object of research is continuous and sporadic radio emission of space objects at the longest waves. Theoretical and practical results. The obtained methods of cosmic radiation research at the longest waves have practical value for observing various objects of the Universe, which include supernova remnants, radio galaxies, quasars, pulsars and others. From the point of view of practical applications, a technique has been developed to refine the parameters of the electron density of the solar corona over the active regions of the photosphere, the magnetic fields of which are bipolar and can generate bursts of types U and III. The practical value of the proposed approach using measurements on the radio telescopes URAN-2 (Ukraine) and NenuFAR (France) illustrates the synergy of different instruments for radio astronomical observations, when the results of measurements from one instrument significantly complement the results of measurements from another. With the help of URAN-2, it is possible to conduct observations in the frequency range of 8-40 MHz, and NenuFAR observes Cassiopeia A at frequencies of 20-66 MHz. Thus, by combining their spectra, it is possible to establish a more complete picture of the astrophysical processes studied. Novelty of scientific results. Techniques for broadband observations of ultra-low frequency radio emission from cosmic objects of various nature at the longest wavelengths with the simultaneous use of Ukrainian radio telescopes along with a prototype antenna for the future lunar observatory have been developed. Joint studies of variations in the critical frequency of the ionosphere F2-layer were carried out with the simultaneous use of radio observations of the ionospheric cutoff of type III solar bursts and measurements using ionosondes. The association of U+III solar bursts predicted in theoretical models was registered and investigated. Calibration of the corona model using radio observations of U-type solar flares is proposed. The values of thermal absorption parameters inside and outside the Cassiopeia A supernova remnant were determined using interferometric observations of ultralow-frequency broadband radio emission from this object. Research methods. The following methods of modern radio astronomy and astrophysics were used to solve the tasks: (I) experimental studies of radio emission from space objects in time and frequency at the longest waves; (II) processing the results of observations and cleaning them from radio frequency interference using the most modern methods of data processing; (III) theoretical models of generation of solar bursts, thermal absorption of radio emission in ionized gas, as well as methods of numerical analysis. Degree of implementation. The obtained results are of fundamental importance in understanding the Universe, and the developed means and tools make it possible to carry out astrophysically significant measurements of space objects of various nature in a wide frequency band. Scope of use. The developed methods of radio observations and data processing are effective and significantly minimize the influence of unwanted signals on the measurement results. This allows them to be used in the study of very weak cosmic signals, such as the signal in the 21 cm line of neutral hydrogen in the early Universe during the Dark Ages.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0123U103014, 0121U109956, 0121U109536, 0122U002459, 0122U002537

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Stanislavsky L.A., Bubnov I.N., Stanislavsky A.A., Zarka Ph., Loh A., Viou C., Konovalenko A.A., Brazhenko A.I., Frantsuzenko A.V. Multi-antenna probing of absorbing regions inside and outside Cassiopeia A. *Astronomy & Astrophysics*. 2024. Vol. 683. A7. doi: 10.1051/0004-6361/202348356 . (Scopus, Q1)
- Stanislavsky A.A., Bubnov I.N., Koval A.A., Stanislavsky L.A., Yerin S.N., Zalizovski A.V., Lisachenko V.M., Konovalenko O.O., Kalinichenko M.M. Validation of F2-layer critical frequency variations in the ionosphere with radio observations of solar bursts. *The Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2023. Vol. 245. 106056. doi: 10.1016/j.jastp.2023.106056 . (Scopus, Q2)
- Stanislavsky L.A., Bubnov I.N., Konovalenko A.A., Stanislavsky A.A., Yerin S.N. Free-free absorption parameters of Cassiopeia A from low-frequency interferometric observations. *Astronomy & Astrophysics*. 2023. Vol. 670. A157. doi: 10.1051/0004-6361/202245271 . (Scopus, Q1)
- Stanislavsky L.A., Bubnov I.N., Konovalenko A.A., Tokarsky P.L., Yerin S.N. The first detection of the solar U+III association with an antenna prototype for the future lunar observatory. *Research in Astronomy and Astrophysics*. 2021. Vol. 8. id. 187. doi: 10.1088/1674-4527/21/8/187 . (Scopus, Q2)
- Stanislavsky A.A., Bubnov I.N., Konovalenko A.A., Gridin A.A., Stanislavsky L.A., Shevchenko V.V., Mukha D.V., Koval A.A. First radio astronomy examination of the low-frequency broadband active antenna subarray. *Advances in Astronomy*. 2014. Vol. 2014. 517058. doi: 10.1155/2014/517058 . (Scopus, Q3)
- Станіславський Л.О. Методи попередньої обробки даних радіоастрономічних спостережень для мінімізації небажаного впливу радіозавад на результати вимірювань. *Радіофізика і Радіоастрономія*. 2022. Том 27. № 4. С. 268–283. doi: 10.15407/rpra27.04.268
- Станіславський Л.О., Бубнов І.М., Єрін С.М., Залізівський А.В., Лисаченко В.М. Дослідження критичної частоти шару F2 іоносфери за допомогою даних від іонозондів і від спостережень сонячних радіосплесків. *Радіофізика і Радіоастрономія*. 2022. Том 27. № 3. С. 203–212. doi: 10.15407/rpra27.03.203 .
- Бубнов І.М., Коноваленко О.О., Токарський П. Л., Корольов О.М., Єрін С.М., Станіславський Л.О. Створення та апробація низькочастотної радіоастрономічної антени для досліджень об'єктів Всесвіту зі зворотного боку Місяця. *Радіофізика і Радіоастрономія*. 2021. Том 26. № 3. С. 197–210. doi:10.15407/rpra26.03.197 .
- I.N. Bubnov, L.A. Stanislavsky, S.N. Yerin Simultaneous observations of solar radio bursts with Ukrainian radiotelescopes and by Parker Solar Probe during its encounter. *Proceedings of 13th Workshop. Primorsko, Bulgaria, September 13-17, 2021, P. 14-19, doi: 10.31401/WS.2021.proc.*

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нових інструментів і засобів (антен, підсилювачів тощо) для дослідження космосу

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U103014, 0121U109956, 0121U109536, 0122U002459, 0122U002537

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бубнов Ігор Миколайович

2. Ihor M. Bubnov

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.03.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8396-1434

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8617833700>

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулініч Юрій Анатолійович

2. Yuriy A. Kulinich

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.03.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9958-0946

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55436722500>

Повне найменування юридичної особи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Код за ЄДРПОУ: 02070987

Місцезнаходження: вул. Університетська, буд. 1, Львів, 79000, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Решетник Володимир Миколайович

2. Volodymyr Reshetnyk

Кваліфікація: к. ф.-м. н., доц., 04.00.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3497-5098

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506515556>

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тишковець Віктор Павлович

2. Viktor P. Tyshkovets

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.н.с., 01.03.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0004-7263-7411

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603322974>

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Колосков Олександр Валерійович

2. Oleksandr V. Koloskov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., с.н.с., 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8921-3851

Додаткова інформація: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=16420555500>; ResearcherID: ABB-4631-2020; <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2097449>

Повне найменування юридичної особи: Радіоастрономічний інститут Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 02772020

Місцезнаходження: вул. Мистецтв, буд. 4, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Ілюшин Вадим Вадимович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Ілюшин Вадим Вадимович

Антоненко Юлія Вікторівна

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна