

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U003058

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 21-07-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ ХНУ імені В. Н. Каразіна № 0302-Зк/1381 від 16.09.2025 р.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жданко Євген Геннадійович

2. Yevhen Zhdanko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4612-4194

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 105

Назва наукової спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна фізика та наноматеріали

Дата захисту: 27-08-2025

Спеціальність за освітою: Прикладна фізика та наноматеріали

Місце роботи здобувача: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9853

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

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

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.35, 29.35.19, 37.15, 89.53

Тема дисертації:

1. Динамічні процеси в іоносферному радіоканалі: результати дистанційного радіозондування іоносфери
2. Dynamic Processes in the Ionospheric Propagation Channel: Results of Remote Radiowave Sounding of the Ionosphere

Реферат:

1. Жданко Є. Г. Динамічні процеси в іоносферному радіоканалі: результати дистанційного радіозондування іоносфери. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали. – Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, Харків, 2025. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної задачі – експериментальному та теоретичному дослідженню впливу високоенергетичних джерел енерговиділення природного та штучного походження на параметри радіохвиль і каналів їхнього поширення, що використовуються для телекомунікації, радіозв'язку, радіонавігації, тощо. Метою дисертаційної роботи є експериментальні дослідження характеристик радіосигналів і параметрів динамічних процесів в іоносферному радіоканалі, викликаних природними та техногенними джерелами. Перший розділ є оглядовим, він закінчується постановкою задач. У другому розділі розвинуто теоретичні основи доплерівського радіозондування іоносфери на похилих радіотрасах і

отримано прості аналітичні співвідношення для оцінки максимальної застосовної частоти на похилих ВЧ радіотрасах, відносної амплітуди квазіперіодичних збурень і величини аперіодичних збурень концентрації електронів у іоносфері. У третьому розділі розглядається вплив на іоносферу та характеристики радіохвиль сонячних затемнень (СЗ). СЗ 10 червня 2021 р. супроводжувалося посиленням хвильової активності в іоносфері. Період $T \approx 5-12$ хв і відносні амплітуди квазіперіодичних варіацій концентрації електронів $pN \approx 0.3-0.6\%$ відносяться до атмосферних гравітаційних хвиль (АГХ). Вперше за допомогою ГНСС-технологій досліджено реакцію повного електронного вмісту на СЗ, що мало місце перед та в період проходження вечірнього термінатора. Встановлено, що СЗ запускає фізико-хімічні та динамічні процеси в системі Земля – атмосфера – іоносфера – магнітосфера, які забезпечують продовження реакції іоносфери після закінчення затемнення. Тривалість реакції сягала 120–180 хв. Величина дефіциту в цілому відстежувала зменшення фази СЗ та Атах. У четвертому розділі наведено результати іоносферних спостережень за стартами та польотами важких ракет (СР) з космодрому Байконур за 2009–2021 рр. Виконано статистичний аналіз 134 випадків СР. Підтверджено існування декількох груп часів запізнювання можливої реакції іоносфери на СР, що змінювалися в межах від ~ 10 до ~ 300 хв. Цим групам відповідають наступні групи удаваних горизонтальних швидкостей поширення збурень: $\sim 100-200$ м/с; 390 ± 23 м/с; 0.97 ± 0.10 км/с; 1.28 ± 0.13 км/с; 1.68 ± 0.13 км/с; 2.07 ± 0.13 км/с та ~ 8 км/с. Виникаючі збурення, як правило, були квазіперіодичними з періодом від ~ 5 до ~ 20 хв та амплітудою ДЗЧ від 0.1 до 0.3 Гц. Відносна амплітуда pN зазвичай становила $\sim 1-10\%$. Досліджено реакцію іоносфери на СР під час геокосмічних бур різної інтенсивності. Виявлення цієї реакції на віддалений на ~ 2000 км старт і політ важкої ракети на фоні бурі доплерівським методом зазвичай можливе за індексу $K_{\text{рмах}} \leq 5$. Для підвищення надійності виявлення реакції на СР доплерівський радар повинен одночасно працювати на низькій частоті (від 1.5–2 до 4–6 МГц). П'ятий розділ присвячено взаємодії потужного імпульсного та періодичного радіовипромінювання з іоносферною плазмою. Спостереження велися за 960 км від нагрівного стенда. Вперше було показано, що в період мінімуму сонячної активності реестровані збурення в іоносфері на даній відстані можуть виникати при ефективній потужності, рівній 25 МВт. За моноімпульсного випромінювання тривалість реакції іоносфери співпадала з тривалістю моноімпульсу. Вдавані горизонтальні швидкості поширення збурень складала 300–420 м/с. Періодичний режим випромінювання супроводжувався генерацією квазіперіодичних збурень концентрації електронів. У шостому розділі досліджуються часові варіації характеристик ВЧ радіохвиль та іоносферних збурень протягом геокосмічної бурі 23–24 квітня 2023 р. У збуренні дні виявлено суттєве (до ± 1.5 Гц) уширення ДС, посилення багатопроменевості та розсіяння радіохвиль. ДЗЧ зазнавало коливань у діапазоні періодів $\sim 8-120$ хв з амплітудою 0.04–0.4 Гц. Іоносферна буря супроводжувалася тривалими квазіперіодичними варіаціями висоти відбиття радіохвиль (30–130 км). Середня вертикальна швидкість руху області відбиття радіохвилі змінювалася у межах 10–60 м/с. Відносна амплітуда квазіперіодичних варіацій концентрації електронів становила 1.6–39%.

2. Zhdanko Y. H. Dynamic Processes in the Ionospheric Propagation Channel: Results of Remote Radiowave Sounding of the Ionosphere. – Qualifying scientific paper: a manuscript. Thesis for a Philosophy Doctor Degree in Physics and Mathematics: Speciality 105 Applied Physics and Nanomaterials. – V. N. Karazin Kharkiv National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2025. The dissertation is devoted to the solution of an urgency task: the experimental and theoretical study of the impact of high-energy sources of energy release of natural and man-made origin on the parameters of radio waves and their propagation channels used by means of telecommunications, radio communications, radio navigation, etc. The purpose of the dissertation work is an experimental study of the characteristics of radio signals and the parameters of dynamic processes in the ionospheric radio channel caused by sources of natural and man-made origin. The first chapter is an overview and ends with a statement of tasks. The second chapter develops the theoretical foundations of Doppler radio sounding of the ionosphere along oblique radio paths and derives simple analytical relationships for estimating the maximum usable frequency on oblique HF radio paths, the relative amplitude of quasi-periodic disturbances and the magnitude of aperiodic disturbances in electron density in the ionosphere. In the third chapter, the impact of solar eclipses (SEs) on the ionosphere and characteristics of radio waves is examined. The SE of June 10, 2021, was

accompanied by an enhancement of wave activity in the ionosphere. The period $T \approx 5\text{--}12$ minutes and relative amplitudes of quasi-periodic variations in the electron density $\Delta N \approx 0.3\text{--}0.6\%$ refer to atmospheric gravity waves (AGWs). For the first time, the response of the total electron content to an SE was investigated using GNSS technologies, both before and during the passage of the evening terminator. It was found that SE triggers physicochemical and dynamic processes in the Earth–atmosphere–ionosphere–magnetosphere system, ensuring the continuation of ionospheric response after the end of the eclipse. The duration of the response reached 120–180 min. The magnitude of the depletion generally tracked the decrease in the SE magnitude and A_{max} . The fourth chapter presents the results of ionospheric observations during the launches and flights of heavy rockets (RLs) from the Baikonur Cosmodrome for the 2009–2021 period. A statistical analysis was performed on 134 cases of RLs. The existence of several groups of the ionospheric potential response time delays to RLs ranged from ~10 to ~300 min. The following groups of apparent horizontal propagation speeds of disturbances correspond to these groups: ~100–200 m/s; 390 ± 23 m/s; 0.97 ± 0.10 km/s; 1.28 ± 0.13 km/s; 1.68 ± 0.13 km/s; 2.07 ± 0.13 km/s, and ~8 km/s. The disturbances generated were generally quasi-periodic, with periods ranging from ~5 to ~20 min and Doppler Shift (DS) amplitudes between 0.1 and 0.3 Hz. The relative amplitude ΔN of electron density variations typically ranged within ~1–10%. The ionospheric response to RLs during geospace storms of various intensities was investigated. Detection of this response for a distant (~2000 km) launch and flight of a heavy rocket against the background of a storm using the Doppler method was generally possible when $Kp_{\text{max}} \leq 5$. To enhance the reliability of detecting responses to RLs, Doppler radar should operate simultaneously at a number of frequencies (from 1.5–2 MHz to 4–6 MHz). The fifth chapter is devoted to the interaction of powerful pulsed and periodic radio emission with ionospheric plasma. Observations were conducted 960 km away from the heating facility. It was shown for the first time that during the minimum of solar activity, the disturbances recorded in the ionosphere at this distance can occur at an effective power of 25 MW. With monopulse radiation, the duration of the ionospheric response coincided with the duration of the monopulse. Apparent horizontal propagation speeds of disturbances were 300–420 m/s. The periodic mode of radiation was accompanied by the generation of quasi-periodic disturbances in electron density. Chapter six examines the temporal variations in the characteristics of HF radio waves and ionospheric disturbances during the geospace storm of April 23–24, 2023. On the disturbed days, significant (up to ± 1.5 Hz) broadening of Doppler spectra, enhanced multipath propagation, and increased radio wave scattering were observed. The DS exhibited oscillations within the range of periods ~8–120 min with amplitudes of 0.04–0.4 Hz. The ionospheric storm was accompanied by long-term quasi-periodic variations in the height of radio wave reflection (30–130 km). The average vertical motion speed of the radio wave reflection region varied within 10–60 m/s. The relative amplitude of quasi-periodic variations in electron density was 1.6–39%.

Державний реєстраційний номер ДіР:

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: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Черногор Л. Ф., Гармаш К. П., Guo Q., Жданко Є. Г., Пушин В. Ф., Цимбал А. М., Zheng Yu. Параметри рухомих іоносферних збурень: результати просторово рознесеного похилого ВЧ радіозондування. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2023. Т. 37. С. 47–59.

- Черногор Л. Ф., Жданко Є. Г. Допплерівське зміщення частоти ВЧ радіохвиль у іоносфері на похилих радіотрасах. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2023. Т. 39. С. 60-68.
- Черногор Л. Ф., Дорохов В. Л., Жданко Є. Г., Милованов Ю. Б., Цимбал А. М. Особливості іоносферних ефектів часткового сонячного затемнення 25 жовтня 2022 р. поблизу вечірнього термінатора. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2023. Т. 39. С. 69-78.
- Chernogor L. F., Mylovanov Y. B., Zhdanko Y. H. Response of total electron content to the October 25, 2022 partial solar eclipse from high to low latitudes in the Euro-Asian region. Advances in Space Research. Vol. 74, No. 4. P. 1793-1809.
- Черногор Л. Ф., Гармаш К. П., Жданко Є. Г., Леус С. Г., Luo Y. Особливості іоносферних ефектів часткового сонячного затемнення над Харковом 10 червня 2021 р. Радіофізика і радіоастрономія. 2021. Т. 26, № 4. С. 326-343.
- Luo Y., Черногор Л. Ф., Жданко Є. Г. Іоносферні ефекти ракет, що стартують на фоні геокосмічних бур. Космічна наука і технологія. 2022. Т. 28, № 3 (136). С. 62-85.
- Черногор Л. Ф., Жданко Є. Г., Luo Y. Особливості генерації великомасштабних збурень в іоносфері під дією моноімпульсного та періодичного радіовипромінювання нагрівного стенда. Радіофізика і радіоастрономія. 2022. Т. 27, № 3. С. 188-202.
- Luo Y., Черногор Л. Ф., Жданко Є. Г. Геокосмічні збурення, що супроводжували старту ракет з космодрому Байконур. Кінематика і фізика небесних тіл. 2022. Т. 38, № 6. С. 3-24. Luo Y., Chernogor L. F., Zhdanko Y. H. Geospace perturbations that accompanied rocket launches from the Baikonur cosmodrome. Kinematics and physics of celestial bodies. 2022. Vol. 38, No. 6. P. 287-299.
- Черногор Л. Ф., Гармаш К. П., Жданко Є. Г., Леус С. Г., Поднос В. А. Програмно-апаратний комплекс багаточастотного похилого зондування іоносфери. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Радіофізика та електроніка». 2020. Т. 33. С. 42-59.

Наукова (науково-технічна) продукція: результати експериментальних досліджень характеристик радіосигналів і параметрів динамічних процесів в іоносферному радіоканалі, викликаних природними та техногенними джерелами

Соціально-економічна спрямованість: поліпшення стану навколишнього середовища; підвищення ефективності функціонування систем радіозв'язку, радіолокації, радіонавігації, дистанційного радіозондування та радіоастрономії

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0121U109881, 0122U001476

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черногор Леонід Феоктистович
2. Leonid Chernogor

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5777-2392

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Котов Дмитро Володимирович

2. Dmytro Kotov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0506-6466

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Науково-дослідний інститут Іоносфери Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”

Код за ЄДРПОУ: 45680820

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грицай Асен Васильович

2. Asen Grytsai

Кваліфікація: к. ф.-м. н., 04.00.22

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2545-9833

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

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

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Маслов Вячеслав Олександрович
2. Vyacheslav Maslov

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7743-7006

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бердник Сергій Леонідович
2. Serhii Berdnyk

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0037-6935

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Код за ЄДРПОУ: 02071205

Місцезнаходження: майдан Свободи, 4, Харків, Харківський р-н., 61022, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Шульга Сергій Миколайович

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

Шульга Сергій Миколайович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

Шевченко Андрій Олександрович

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна