



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з наукової роботи  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
д.ф.н., професор Іван ДЕМИДОВ

05 2024 р.

### **Висновок**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Методи та засоби побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди»**

**здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 – Системний аналіз (галузь знань 12 – Інформаційні технології)**

**Данила-Назара Івантишина**

**наукового семінару кафедри інформаційних систем та мереж Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій**

#### **1. Актуальність теми дисертації**

Дослідження космічної погоди стосуються фізичних процесів у космосі, починаючи від сонячних явищ до їх впливу на міжпланетний простір, навколоземний космічний простір та на поверхню Землі. Фізичне розуміння такого ланцюга процесів ґрунтується на поєднанні спостереження, аналізу даних та інтерпретації, теоретичного, емпіричного та чисельного моделювань.

Для проведення наукових досліджень з проблем сонячно-земної фізики використовуються великі масиви спостережуваних даних, значна частина яких доступна практично в режимі реального часу та які надходять із різних джерел і зберігаються в різних форматах, що ускладнює роботу з такими даними, тому створення та впровадження інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди є актуальною проблемою і має практичне значення.

Незважаючи на значний прогрес у вивченні та прогнозуванні космічної погоди, в структурі сонячно-земних зв'язків на сьогоднішній день недостатньо досліджено вплив сонячної активності на нижню атмосферу Землі, зокрема, атмосферний інфразвук та електричне поле. Ця проблема потребує вивчення складних взаємодій, що мають місце при поширенні різних типів збурень в системі Сонце – Земля.

Тому, актуальним науковим завданням є розробка методів і засобів створення інтелектуальної системи, що дозволить проводити комплексні дослідження зв'язків сонячної активності з геомагнітним полем, природним атмосферним інфразвуком і градієнтом електричного потенціалу атмосфери, вивчати вплив космічних факторів на нижню атмосферу Землі, виявляти нові зв'язки в структурі сонячно-земних взаємодій, класифікувати геоєфективність



сонячної активності.

## **2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри**

Дисертацію виконано на кафедрі інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка» в рамках науково-дослідної роботи кафедри інформаційних систем та мереж «Методи та засоби аналізу військових даних на основі технологій глибинного навчання та онтологічного підходу» (Номер державної реєстрації: 0122U000892). Терміни виконання: початок - 01.02.2022, закінчення - 31.12.2023.

## **3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів**

Усі наукові положення, які є основним змістом дисертаційної роботи, розроблено та обґрунтовано здобувачем особисто, зокрема, розроблено метод аналізу геоєфективності сонячної активності та її класифікації, який дозволяє вивчати вплив на навколосезонний простір різних факторів, викликаних активністю Сонця з врахуванням їх параметрів та властивостей, а також проводити порівняльний аналіз геоєфективності цих факторів; розроблено модель і побудовано архітектуру інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди, що дає змогу будувати інтелектуальні системи комплексного дослідження зв'язків сонячної активності з геомагнітним полем, природним атмосферним інфра звуком і градієнтом електричного потенціалу атмосфери; розроблено модель та створено базу даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди, що дозволяє зберігати дані про прояви сонячної активності та геофізичні збурення з метою їх опрацювання, аналізу та встановлення зв'язків між показниками геліо- та гео-активності; розроблено прототип інтелектуальної системи; досліджено метод нерівномірної дискретизації експериментальних даних з метою їх редукції.

## **4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій**

Достовірність основних наукових положень та отриманих результатів у дисертації забезпечена коректністю застосування методології проектування інформаційних систем, методів математичної статистики, спектрального і кореляційно-регресійного аналізу даних індексів космічної погоди, методу найменших квадратів для оцінювання коефіцієнтів регресії, методу перевірки гіпотез, класифікації геоєфективності сонячної активності на основі експертної системи продукційного типу.

## **5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру**

Вперше розроблено метод аналізу геоєфективності сонячної активності і оцінювання її рівня на основі аналізу просторово-часових даних збурень геофізичних полів викликаних активністю Сонця, що дає змогу комплексного аналізу геофізичних збурень на основі агрегованих даних індексу Dst геомагнітної бурі, геомагнітного індексу полярного електроstromу AE, величини природного атмосферного інфра звуку і градієнту електричного потенціалу атмосфери PG та класифікувати геоєфективність сонячної активності.

Вперше на основі методології системного аналізу розроблено модель і



побудовано архітектуру інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди, що дає змогу будувати інтелектуальні системи комплексного дослідження зв'язків сонячної активності з геомагнітним полем, природним атмосферним інфразвуком і градієнтом електричного потенціалу атмосфери.

Удосконалено шкалу класифікації геоєфективності сонячної активності, яка, на відміну від існуючої, побудована на основі агрегованих просторово-часових даних збурень геофізичних полів, викликаних активністю Сонця.

Розвинуто метод спектрального аналізу впливу космічних променів на природний атмосферний інфразвук на основі застосування вейвлет перетворення, що дає змогу отримувати вейвлет-скалограму досліджуваного сигналу із змінною роздільною здатністю по частоті та часові.

## **6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації**

Періодичні фахові видання України:

1. Ivantyshyn D. (2024) Method of analysis of solar activity geoeffectiveness / Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 113, no 1, pp. 111–118.

2. Івантишин Д. Архітектура інтелектуальної системи дослідження параметрів КП / Івантишин Д., Буров Є., Литвин В. // Вісник "Інформаційні системи та мережі". – 2021. – № 10. – С. 58-66.

3. Івантишин Д. Розроблення бази даних для інтелектуальної системи дослідження параметрів КП / Івантишин Д., Буров Є. // Вісник "Інформаційні системи та мережі". – 2023. – № 13. – С. 329-337.

4. Івантишин Д. Прототип інтелектуальної системи дослідження параметрів КП / Івантишин Д., Буров Є. // Вісник "Інформаційні системи та мережі". – 2023. – № 14. – С. 348-356.

Періодичне видання інших держав, що індексується в наукометричній базі даних Scopus

5. Lozynsky, A., Romanyshyn, I., Rusyn, B., Beshley, M., Medvetskyi, M., Ivantyshyn, D. (2023). Advances in Data Reduction Techniques to Solve Power Spectrum Estimation Problems for Emerging Wireless Networks. In: Klymash, M., Luntovskyy, A., Beshley, M., Melnyk, I., Schill, A. (eds) Emerging Networking in the Digital Transformation Age. TCSET 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 965. Springer, Cham. Pp. 585-601. ISSN 1876-1100. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24963-1_34).

У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать: розроблена модель і побудована архітектура інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди [2], розроблена модель бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди [3], розроблено прототип інтелектуальної системи [4], досліджено метод нерівномірної дискретизації експериментальних даних з метою їх редукції [5].

Основні результати роботи повністю викладені у наукових працях здобувача.

## **7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо**

1. Information system for accounting and analysis of solar activity data / D. Ivantyshyn // Proceedings of the Young Scientists Conference on Materials Science



and Surface Engineering (MSSE2019), Lviv, September 25 – 27, 2019. P. 163-166.

2. Інформаційна система обліку та аналізу даних сонячної активності /Д. Івантишин, Н. Кунанець // Матеріали VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології», Тернопіль, Грудень 11-12, 2019, С. 46.

3. Information System for Investigation Solar Activity / D. Ivantyshyn, A. Katrenko// Proceedings of the 4th International Conference, COLINS 2020. "Computation Linguistics and Intelligent Systems", Lviv, April 23-24, 2020, P. 135-140.

4. Information system for analysis of solar activity data / D. Ivantyshyn // Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling" (ITCM-2021), Ivano-Frankivsk, July 5 – 10, 2021. P. 77-78.

5. Conceptual model of intellectual system for research of space weather parameters / D. Ivantyshyn // Proceedings of the International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering (MSSE2021), Lviv, September 22 – 24, 2021. P. 172-175.

6. Information system for studying space weather parameters / D. Ivantyshyn // Abstracts of the 29th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics" (YSC29), Kyiv, Ukraine. April 24 – 28, 2023. P. 43.

7. Solar flare effect on the atmospheric infrasound / D. Ivantyshyn, O. Ivantyshyn, V. Mezentsev // Abstracts of the 29th Young Scientists' Conference on Astronomy and Space Physics " (YSC29), Kyiv, Ukraine. April 24 – 28, 2023. P. 28.

8. Model of the database of the intelligent system for the research of space weather parameters / D. Ivantyshyn // Proceedings of the International Scientific Conference "Information Technologies and Computer Modelling" (ITCM-2023), Ivano-Frankivsk, July 6 – 8, 2023. P. 69-70.

9. Information system for research of solar-terrestrial coupling / D. Ivantyshyn // Proceedings of the International Young Scientists Conference on Materials Science and Surface Engineering (MSSE2023), Lviv, September 27 – 29, 2023. P. 229-230.

**8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати**

В дисертації розв'язано актуальне наукове завдання – розробка методів і засобів створення інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди, зокрема, розроблений метод аналізу геоєфективності сонячної активності і удосконалена шкала класифікації геоєфективності активності Сонця, які дозволяють вивчати вплив на навколосемний простір різних факторів, викликаних активністю Сонця з врахуванням їх параметрів та властивостей, а також проводити порівняльний аналіз геоєфективності цих факторів. Дані результати впроваджені у Львівському центрі Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України для наукових досліджень.

**9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані**

Практична цінність результатів дослідження полягає в програмній



реалізації методу аналізу геоєфективності сонячної активності і оцінювання її рівня для класифікації геоєфективності події з врахуванням як магнітних бур, так і збурень атмосферних, інфразвукового та електричного полів та розробці прототипу інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди. Дані результати дослідження впроваджено у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України для наукових досліджень на базі радіотелескопа УРАН-3, який становить національне надбання України.

#### **10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення**

Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

**У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи**

**11. З урахуванням зазначеного, на науковому семінарі кафедри інформаційних систем та мереж Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій ухвалили:**

**11.1.** Дисертація Івантишина Данила-Назара Олеговича «Методи та засоби побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання розроблення методів та засобів побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди, що має важливе значення для галузі знань *12 Інформаційні технології*.

**11.2.** Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

**11.3.** У 14 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 3 статі у наукових фахових виданнях України та 1 стаття у наукових періодичних виданнях інших держав; 1 стаття у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз.

**11.4.** Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44).

**11.5.** Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

**11.6.** З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Івантишина Д.-Н. О. дисертація «Методи та засоби побудови інтелектуальних

систем дослідження параметрів космічної погоди» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	40 (сорок)
проти	-	(немає)
утримались	-	(немає)

Головуючий на науковому семінарі кафедри інформаційних систем та мереж Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій, зав. кафедри ІСМ, д.т.н., професор



Василь ЛИТВИН

Рецензенти:

д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж



Роман ПЕЛЕЩАК

к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та мереж



Олег ВЕРЕС

Відповідальний у ІКНІ за атестацію PhD

к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизованих систем управління



Анатолій БАТЮК

"22" 04 2024 р.