

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
д.т.н., професору Марії НАЗАРКЕВИЧ

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора Комара Мирослава Петровича
на дисертаційну роботу **Івантишина Данила-Назара Олеговича**
«Методи та засоби побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів
космічної погоди»

подану до захисту на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**
з галузі знань 12 «Інформаційні технології»
та спеціальності 124 «Системний аналіз»

1. Актуальність теми

Космічна погода, яка визначається сукупністю фізичних процесів у космічному просторі, зокрема сонячною активністю та її впливом на Землю, відіграє критичну роль у функціонуванні багатьох технологічних систем та впливає на різноманітні аспекти життєдіяльності людства. Дослідження параметрів космічної погоди є складним та багатогранним завданням, яке вимагає застосування передових методів аналізу даних та створення інтелектуальних систем для їх обробки.

Таким чином, розробка методів і засобів побудови інтелектуальних систем, які дозволяють 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 геофективність сонячної активності є актуальним.

2. Повнота викладу основних наукових положень та висновків в опублікованих працях, а також дотримання вимог академічної доброчесності

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, зокрема: 1 наукова стаття у фаховому виданні України, яка входить до міжнародних наукометричних баз, 3 статті у фахових виданнях України, 1 стаття в науковому періодичному виданні іншої держави, яка індексується в SCOPUS та 9 праць – у матеріалах і тезах конференцій. Матеріали дисертаційної роботи повністю відображено у згаданих вище опублікованих наукових працях, а результати свідчать про індивідуальність роботи. Особисто здобувачеві належать наступні наукові результати: розроблено метод аналізу геоєфективності сонячної активності та її класифікації, розроблено модель інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди та побудовано архітектуру інтелектуальної системи на основі дворівневої моделі “клієнт–сервер”, розроблено модель бази даних інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди, розроблено прототип інтелектуальної системи, досліджено метод нерівномірної дискретизації експериментальних даних з метою їх редукції.

У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела. Також робота успішно пройшла перевірку на плагіат.

3. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Отримані наукові результати є важливими для побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- 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 електроструму AE, величини природного атмосферного інфразвуку і градієнту електричного потенціалу атмосфери PG та класифікувати геофективність сонячної активності;

- удосконалено шкалу класифікації геофективності 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;

- на основі методології системного аналізу вперше 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.

4. Оцінка змісту дисертації та її оформлення

Дисертаційна робота Івантишина Д.-Н. О. "Методи та засоби побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди" є завершеною науковою працею, має чітку та логічну структуру, що відповідає вимогам до дисертаційних робіт. Дисертація містить 190 сторінок друкованого тексту та складається з анотації, змісту, переліку скорочень, вступу, чотирьох основних розділів, у яких подано 38 рисунків, 5 таблиць, списку використаних джерел із 102 найменування і трьох додатків.

Вступ дисертації містить обґрунтування актуальності теми дослідження, формулювання мети та завдань роботи, об'єкт та предмет дослідження, опис наукової новизни та практичного значення отриманих результатів, а також інформацію про апробацію роботи та публікації автора.

Перший розділ дисертації присвячений аналітичному огляду підходів до реалізації систем дослідження параметрів космічної погоди та методів аналізу даних параметрів космічної погоди. Проведено глибокий аналіз стану проблеми дослідження космічної погоди, розглядаючи фізичні процеси від сонячних явищ до їх впливу на міжпланетний простір, навколоземний космічний простір та поверхню Землі. Особлива увага приділяється аналізу існуючих систем дослідження параметрів космічної погоди, таких як Центр прогнозу космічної погоди США, Центр даних космічної фізики Годдарда та прототип служби прогнозування іоносфери IPS. На основі цього аналізу автор формулює основні вимоги до побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди.

Другий розділ присвячений розробці методів інтелектуального аналізу даних параметрів космічної погоди. Визначено основні задачі дослідження параметрів космічної погоди. Для їх реалізації запропоновано методи кореляційного та регресійного аналізу, спектрального аналізу на основі віконного перетворення Фур'є та вейвлет-перетворення, а також розроблено алгоритми для їх реалізації. Особливу увагу приділено розробці методу аналізу геоєфективності сонячної активності на основі аналізу просторово-часових даних збурень геофізичних полів. Запропоновано також удосконалену шкалу класифікації геоєфективності сонячної активності та описано розроблену експертну систему продукційного типу для її реалізації.

Третій розділ роботи присвячений розробці моделі та архітектури інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди. Визначено основні функції системи та, використовуючи методологію системного аналізу, розроблено логічну та фізичну моделі системи, модель бази даних та базову

архітектуру. Описано логічну модель системи, яка включає діаграму варіантів використання, діаграму класів та діаграму послідовності. Фізична модель системи представлена діаграмою розгортання. На основі проведеного функціонального аналізу автор запропонував базову архітектуру системи, побудовану за принципом дворівневої моделі "клієнт-сервер".

В четвертому розділі роботи наведено результати практичної реалізації розробленої інтелектуальної системи. Автор детально розглядає процес розробки прототипу клієнт-серверної системи, включаючи вибір технологій (Java, Spring Boot, Vaadin framework, MySQL, Hibernate) та опис реалізованого функціоналу. Особлива увага приділяється експериментальним дослідженням та аналізу ефективності запропонованих методів. Автор демонструє результати застосування розроблених алгоритмів для аналізу реальних даних космічної погоди, що підтверджує практичну цінність роботи.

У висновках дисертації узагальнено основні результати дослідження.

5. Ступінь обґрунтованості основних наукових положень і висновків

Наукові положення та висновки, сформульовані у дисертації, обґрунтовано інформацією з науково-технічної літератури, теоретичним аналізом та результатами експериментів.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень і висновків дисертаційної роботи базуються на адекватності застосованих методів дослідження та підтверджена експериментальним шляхом.

Наведені в роботі теоретичні положення та припущення є коректними, а висновки є достатньо обґрунтованими, їх достовірність підтверджена апробацією отриманих результатів.

6. Практична цінність отриманих результатів

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в розробленні методу аналізу геоєфективності сонячної активності і удосконаленні

шкали класифікації геофективності активності Сонця, які впроваджені у Львівському центрі Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України, а також в розроблені прототипу інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди, який впроваджено у Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України для наукових досліджень на базі радіотелескопа УРАН-3, що становить національне надбання України.

7. Зауваження до дисертації

1. У роботі бажано було б провести більш детальне порівняння розробленого методу аналізу геофективності сонячної активності з існуючими підходами, щоб чіткіше продемонструвати переваги розробленого методу.

2. Автору варто було б більш ґрунтовно обговорити можливі обмеження розроблених алгоритмів та методу, а також запропонувати шляхи їх подолання в майбутніх дослідженнях.

3. В роботі зустрічаються помилки, зокрема на стор. 91 на основі дерева рішень, замість «Якщо «величина агрегованого сигналу $\geq 0,75$ », ТО «геофективність = сильна» написано «Якщо «величина агрегованого сигналу $\geq 0,5$ », ТО «геофективність = сильна».

4. В роботі недостатньо висвітлено аспекти безпеки та захисту даних в розробленій системі.

Проте, зазначені зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

8. Висновки

Дисертаційна робота Івантишина Данила-Назара Олеговича «Методи та засоби побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди» яку подано на здобуття наукового ступеня доктора філософії за

спеціальністю 124 «Системний аналіз» (галузь знань 12 Інформаційні технології) є завершеною науковою працею, у якій з використанням методології системного аналізу розв'язано актуальне завдання розроблення методів та засобів побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди. За структурою, змістом, обсягом, науковою новизною та практичним значенням дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44, а її автор Івантишин Данило-Назар Олегович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 «Системний аналіз».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри інформаційно-
обчислювальних систем і управління
Західноукраїнського національного
університету

Мирослав КОМАР

