

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

РЕЦЕНЗІЯ

доктора фізико-математичних наук, професора
Пелещака Романа Михайловича

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»

Актуальність теми

Космічна погода охоплює як фундаментальні, так і прикладні дослідження сонячно-земних процесів, які безпосередньо впливають на Землю та навколосезонний простір, на критичну інфраструктуру як у космосі, так і на Землі, а також на здоров'я людей.

Очевидно, що із невідомим розвитком технологічних систем суспільство стає все уразливішим до проявів космічної погоди і це спонукає глибше вивчати фізичні процеси, пов'язані з різними факторами сонячно-земних зв'язків та галактичними космічними променями, розробляти нові моделі та інформаційні системи, проводити перманентні спостереження стану космічної погоди з використанням як космічних, так і наземних засобів з метою отримання достовірних даних.

Тому розробка методів і засобів побудови інтелектуальних систем, які дозволять 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 є **актуальною**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Івантишина Д.-Н. О. виконана на кафедрі інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка». Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри «Дослідження, розроблення і впровадження інтелектуальних розподілених інформаційних технологій та систем на основі ресурсів баз даних, сховищ даних, пристроїв даних та знань з метою прискореного формування інформаційного суспільства» та науковому напрямку університету "Перспективні комп'ютерні системи та інформаційні технології".

Ступінь достовірності та обґрунтованості наукових положень і висновків

Обґрунтованість наукових положень і висновків забезпечена коректним використанням методології проектування інформаційних систем, методів математичної статистики, спектрального і кореляційно-регресійного аналізу даних параметрів космічної погоди, методу перевірки гіпотез.

Використані в дисертації теоретичні положення є науково обґрунтованими, достовірність наукових положень підтверджена експериментальним шляхом та підтверджена на міжнародних наукових конференціях, що індексуються Scopus.

Повнота викладу основних наукових положень та висновків в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 14 наукових працях, 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, 9 тез доповідей та матеріалів конференцій. Матеріали дисертаційної

роботи повністю відображено у згаданих вище опублікованих наукових працях.

Наукова новизна отриманих результатів

1. Вперше розроблено метод аналізу геоєфективності сонячної активності і оцінювання її рівня на основі просторово-часових даних збурень геофізичних полів викликаних активністю Сонця, що дає змогу комплексно провести аналіз 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 геоєфективність сонячної активності.

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

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

4. 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.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Івантишина Д.-Н. О. є завершеною науковою працею, 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 найменувань і трьох додатків.

У **першому розділі** проведено аналітичний огляд підходів до реалізації систем дослідження параметрів космічної погоди та методів аналізу даних параметрів космічної погоди.

На прикладах Центру прогнозу космічної погоди США, Центру даних космічної фізики Годдарда та прототипу служби прогнозування іоносфери IPS проаналізовано призначення та особливості побудови систем дослідження параметрів космічної погоди.

На основі проведеного аналізу визначено основні вимоги до побудови інтелектуальних систем дослідження параметрів космічної погоди.

У **другому розділі** визначено основні задачі дослідження індексів космічної погоди на основі інтелектуальної системи для реалізації яких розроблені алгоритми і метод інтелектуального аналізу даних параметрів космічної погоди, зокрема розроблено алгоритм кореляційно-регресійного аналізу даних космічної погоди, що дозволяє встановлювати кореляційний зв'язок між досліджуваними ознаками, для дослідження частотно-часових характеристик експериментальних даних запропоновано спектральний аналіз на основі віконного перетворення Фур'є і вейвлет перетворення та розроблено алгоритм його реалізації. Розроблено метод аналізу геоєфективності сонячної активності і оцінювання її рівня на основі аналізу просторово-часових даних збурень геофізичних полів викликаних активністю Сонця.

У **третьому розділі** визначено основні функції інтелектуальної системи дослідження параметрів космічної погоди та з використанням методології системного аналізу розроблено логічну та фізичну моделі інтелектуальної системи, модель бази даних, а також побудовано базову архітектуру системи на основі дворівневої моделі «клієнт-сервер», що дає змогу створювати інтелектуальні системи комплексного дослідження зв'язків сонячної активності з геомагнітним полем, природним атмосферним інфразвуком і градієнтом електричного потенціалу атмосфери.

У четвертому розділі розроблено прототип клієнт-серверної інтелектуальної системи на основі програмного забезпечення сервера, програмного забезпечення користувача та прикладного програмного забезпечення.

Реалізований функціонал прототипу інтелектуальної системи забезпечує збір даних індексів КП, попереднє опрацювання даних для їх підготовки до застосування алгоритмів інтелектуального аналізу, опрацювання даних, що реалізує методи кореляційно-регресійного аналізу, спектрального аналізу на основі віконного Фур'є перетворення і вейвлет перетворення, аналізу геоєфективності сонячної активності.

У висновках дисертаційної роботи сформульовано основні результати наукових досліджень, які відповідають меті та основним завданням роботи.

Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

Зауваження та дискусійні положення щодо змісту роботи

1. У першому розділі дисертаційної роботи надто велику увагу приділено опису існуючих систем дослідження космічної погоди.
2. У роботі не повною мірою обгрунтовано запропоновані методи аналізу параметрів космічної погоди.
3. Можливо, в роботі доцільно було б розглянути метод машинного навчання для аналізу і прогнозування стану космічної погоди.
4. В тексті дисертаційної роботи зустрічаються певні неточності, для прикладу, на с. 34 «Швидкість появи КВМ» слід замінити на «Частота появи КВМ».

Проте вказані недоліки не є принциповими та не зменшують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

Висновок

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» є актуальною та завершеною науковою працею, яку виконано на належному науково-теоретичному рівні з логічно викладеним матеріалом, відповідає чинним вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії.

Здобувач Івантишин Данило-Назар Олегович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 124 «Системний аналіз».

Рецензент:

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри інформаційних систем та мереж
Національного університету
«Львівська політехніка»



Роман ПЕЛЕЩАК

Підпис д.ф.-м..н., професора Пелещака Р.В. засвідчую:
Проректор з науково-педагогічної роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»



Олег ДАВИДЧАК