

РЕЦЕНЗІЯ

доктора фізико-математичних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерних наук
навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

УШЕНКА Юрія Олександровича

на дисертаційну роботу Сидора Петра Олеговича на тему: «Методи прогнозування природних катастроф на основі технологій штучного інтелекту»

яка подана на здобуття наукового
ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 - «Інженерія програмного забезпечення», галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Актуальність дисертаційного дослідження

Актуальність дисертації Петра Олеговича Сидора визначається зростанням частоти природних катастроф (лісових пожеж, ураганів, паводків), що створюють загрозу для населення, інфраструктури та туристичної сфери. У роботі акцентується на необхідності впровадження сучасних методів прогнозування природних явищ з використанням технологій штучного інтелекту, які дозволяють підвищити точність прогнозів і забезпечити своєчасне попередження. Це є важливим інструментом для мінімізації наслідків катастроф, а також для забезпечення безпеки туристів.

Інноваційний підхід дисертації полягає в інтеграції математичних моделей і алгоритмів прогнозування у мобільні додатки та інформаційні системи. Це дозволяє користувачам планувати безпечні подорожі з урахуванням актуальних ризиків. Ураховуючи міждисциплінарний характер проблеми та важливість забезпечення безпеки в умовах змін клімату, робота має значну практичну та наукову цінність.

Зв'язок роботи з державними програмами, планами, темами

Дисертаційна робота Петра Олеговича Сидора виконується у відповідності до державних науково-дослідних програм, зокрема за тематикою “Дослідження, моделювання та розробка програмного забезпечення складних динамічних систем” (Державний реєстраційний номер 0121U109232), що здійснюється на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Вона безпосередньо відповідає завданням, спрямованим на підвищення ефективності прогнозування та управління ризиками природних катастроф в умовах глобальних кліматичних змін.

Актуальність теми та її відповідність державним пріоритетам також підкреслюється інтеграцією результатів дослідження в роботу органів

місцевої влади та туристичних організацій. Розроблені методи та інформаційні технології вже впроваджені в діяльність Управління інвестиційної політики та туризму Чернівецької ОДА, що підтверджує практичну значимість і внесок роботи у забезпечення безпеки туристів і розвитку регіональної інфраструктури.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, мають високий ступінь обґрунтованості, що забезпечується використанням сучасних методів математичного моделювання, алгоритмів машинного навчання та глибокого аналізу даних. Автор розробив інноваційні інформаційні технології, які інтегрують математичні моделі прогнозування природних катастроф в інформаційні системи для оцінки ризиків і оповіщення користувачів. Використання таких інструментів, як кореляційний аналіз, ANFIS, нейронні мережі та LSTM-моделі, дозволило досягти високої точності прогнозування. Апробація на реальних даних підтвердила ефективність запропонованих підходів, що свідчить про практичну значимість та надійність розроблених технологій.

Структура дисертації

Дисертація Петра Олеговича Сидора складається зі вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 239 сторінок, із них основний текст займає 177 сторінок. Дисертація включає 49 рисунків, 48 таблиць, а список літератури нараховує 140 джерел. До роботи також додаються 4 додатки, що містять додаткові матеріали, акти впровадження та програмні лістинги.

У *вступі* обґрунтовано актуальність дослідження, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, а також визначено наукову новизну, практичне значення результатів та зв'язок роботи з науковими програмами.

Перший розділ присвячений огляду літератури та аналізу предметної області. У ньому розглянуто сучасні методи прогнозування природних катастроф, існуючі програмні засоби для планування подорожей, а також підходи до інтеграції інформаційних систем у туристичну сферу.

Другий розділ зосереджений на розробці методів прогнозування природних катастроф. Докладно описано використання лінійних моделей, нейронних мереж, ANFIS і LSTM для прогнозування таких явищ, як лісові пожежі, урагани та паводки. Наведено аналіз ефективності кожного підходу.

У *третьому розділі* представлено результати моделювання природних катастроф. Розглянуто точність і чутливість запропонованих моделей,

зокрема в різних географічних регіонах, а також проведено порівняння з існуючими методами.

Четвертий розділ описує розроблені інформаційні технології для підтримки прийняття рішень у плануванні туристичних маршрутів. Подано архітектуру системи, особливості інтеграції математичних моделей і результати впровадження у реальних умовах.

У списку використаних джерел відображено широкий спектр літератури, включаючи наукові статті, монографії та джерела з відкритих баз даних.

Додатки містять акти впровадження, список опублікованих праць автора, лістинг програмного забезпечення, а також додаткові графічні матеріали, які ілюструють результати дослідження.

Наукова новизна

У дисертаційній роботі Петра Олеговича Сидора вперше розроблено математичні моделі та алгоритми прогнозування природних катастроф на основі інтеграції технологій штучного інтелекту з сучасними підходами до аналізу великих даних. Основні елементи наукової новизни включають:

1. Розробка нових методів прогнозування природних катастроф:

- Створено моделі прогнозування лісових пожеж, які поєднують ANFIS, нейронні мережі та LSTM для аналізу часових рядів і визначення залежностей між кліматичними факторами. Це дозволило досягти точності до 93% для великих і 92% для малих пожеж.

- Розроблено методи прогнозування ураганів із застосуванням лагового аналізу та LSTM, які демонструють точність до 92% і коефіцієнт відтворення динаміки $R^2 = 0,99$.

- Вперше запропоновано підхід до прогнозування паводків з використанням ансамблевих моделей і дерев рішень, що забезпечив точність до 97% на 1 день вперед і 92% на 9 днів вперед.

2. Інтеграція моделей у нові інформаційні технології:

- Розроблено інноваційну MLOps-технологію для систем з малими та середніми обсягами вхідних даних, яка мінімізує складність програмних потоків.

- Вдосконалено UML-модель через інтеграцію координатора, що створює універсальну платформу для роботи з прогнозами природних катастроф.

3. Інструменти для підвищення безпеки:

- Інтеграція розроблених моделей у інформаційні системи для планування туристичних маршрутів дозволила забезпечити оперативну оцінку ризиків і формування рекомендацій для безпечних подорожей.

Нові методи та технології, створені в межах дослідження, демонструють високу ефективність і значний потенціал для практичного застосування, що підтверджено впровадженням результатів у діяльність туристичних організацій та органів державної влади.

Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення дисертаційної роботи Петра Олеговича Сидора полягає у розробці та впровадженні інформаційних технологій і математичних моделей, що дозволяють ефективно прогнозувати природні катастрофи та мінімізувати їхній негативний вплив. Основні аспекти практичної значимості:

1. Розробка інформаційних систем:

- Створено технологію для планування безпечних туристичних маршрутів, яка інтегрує математичні моделі прогнозування лісових пожеж, ураганів і паводків. Це дозволяє туристам уникати небезпечних регіонів і зменшувати ризик під час подорожей.

- Інтеграція розроблених моделей у мобільні додатки та веб-платформи сприяє своєчасному оповіщенню користувачів про потенційні загрози, підвищуючи їхню поінформованість і готовність до надзвичайних ситуацій.

2. Підтримка служб порятунку та органів влади:

- Прогнозні системи надають цінний інструментарій для служб цивільного захисту, що дозволяє оперативно реагувати на кризові явища та забезпечувати ефективне управління ризиками природних катастроф.

- Результати роботи використовуються органами державної влади, такими як Управління інвестиційної політики та туризму Чернівецької ОДА, для оцінки ризиків і планування заходів щодо їхньої мінімізації.

3. Впровадження результатів у бізнес та екологічні проекти:

- Розроблені інформаційні системи допомагають туристичним організаціям надавати більш якісні послуги, знижуючи ризики для клієнтів.

- Результати дослідження застосовуються для підтримки екологічних проектів, спрямованих на збереження природи та зменшення втрат від природних катастроф.

Практична значимість підтверджується успішним впровадженням результатів дослідження у діяльність Чернівецької ОДА, туристичних організацій Буковини та наукових установ, зокрема Інституту географії Сербської академії наук.

Дискусійні положення та зауваження до змісту дисертаційного дослідження

1. Вибір математичних моделей:

Обґрунтування вибору конкретних моделей, таких як ANFIS, нейронні мережі та LSTM, може бути доповнене детальнішим порівняльним аналізом їх ефективності в різних географічних і кліматичних умовах. Це дозволило б уточнити їх придатність для конкретних типів природних катастроф.

2. Розширення застосування:

У роботі основний акцент зроблено на лісові пожежі, урагани та паводки. Проте дискусійним є питання розширення запропонованих методів для прогнозування інших природних явищ, таких як землетруси чи лавини, що також становлять значну загрозу для туристичних регіонів.

3. Інтеграція з існуючими системами:

Запропоновані інформаційні технології мають потенціал для інтеграції з глобальними системами раннього попередження, такими як NOAA чи Copernicus. Це створює поле для обговорення щодо стандартів, необхідних для забезпечення сумісності таких рішень.

Вказані зауваження не знижують наукової цінності дисертаційного дослідження Петра Олеговича Сидора та не впливають на висновок про його високий рівень, загальну позитивну оцінку як самостійної і завершеної наукової роботи.

Загальний висновок

Актуальність дисертаційної роботи Петра Олеговича Сидора є беззаперечною. Висновки та основні положення дисертації відзначаються науковою новизною, високою теоретичною та практичною цінністю. Під час аналізу тексту дисертаційної роботи порушень академічної доброчесності не виявлено. Дослідження та публікації автора виконано на високому науковому рівні; наукова новизна, висновки, їх обґрунтованість, рівень виконання поставлених завдань та володіння здобувачем методологією наукових досліджень відповідають усім вимогам, що висуваються до наукових праць такого рівня.

Дисертаційна робота Петра Олеговича Сидора «Методи прогнозування природних катастроф на основі технологій штучного інтелекту», подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 - «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 - «Інженерія програмного забезпечення», є завершеною науковою працею, яка за її актуальністю, науково-теоретичним рівнем, новизною розв'язання поставлених завдань, практичним значенням отриманих результатів, а також їх апробацією цілком відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 "Порядком 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 (зі змінами, внесеними згідно з Постановами Кабінету Міністрів України №341 від 21.03.2022 р. №502 від 19.05.2023р. №507 від 03.05.2024р.)

Вважаю, що Сидор Петро Олегович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії у галузі знань 12 – «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 – «Інженерія програмного забезпечення».

Рецензент -
доктор фізико-математичних наук, професор,
завідувач кафедри комп'ютерних наук
навчально-наукового інституту фізико-технічних
та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

 Юрій УШЕНКО

Підпис Ушенка Ю засвідчує:
Учений секретар Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича
Шеробська А. В.
" 03 " грудня 2018

