

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Старовіта Івана Сергійовича

на тему «Моделі та програмні засоби управління вентиляційними установками
НБК ЧАЕС з використанням машинного навчання»

представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 – Інформаційні технології
за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Для мінімізації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС 1986 року та уникнення подальшого розповсюдження радіоактивних речовин було збудовано «Об'єкт Укриття», що мав захищати навколишнє середовище від радіації та викидів радіоактивних аерозолів. Однак, через знос цієї конструкції, збільшенню площ негерметичностей до критичних значень, а також зростанню шансу її обвалення, у 2019 році був введений в експлуатацію Новий Безпечний Конфайнмент (НБК). Однією з основних функцій НБК є запобігання викиду радіоактивних аерозолей речовин за його межі. Така задача ставить перед інженерами складні технологічні виклики, особливо у контексті управління системами вентиляції, які є критичними для забезпечення безпеки як працівників, так і навколишнього середовища. Чинники, такі як метеорологічні умови, вимагають спеціалізованого підходу у програмній інженерії та розробці моделей для оптимального управління цими системами.

Протиріччя між необхідністю оцінки гідравлічного стану, мінімізації викидів та оптимальним використанням електроенергії з одного боку, та складністю динамічної системи НБК з іншого, зумовлює потребу у впровадженні передових інформаційних та аналітичних технологій. Такі системи, зокрема, системи підтримки прийняття рішень (СППР), засновані на прогнозуючих моделях, мають забезпечувати високу адаптивність до змінних умов, сприяючи підвищенню ефективності та безпеки експлуатації об'єкта. Розробка таких систем включає інтеграцію теоретичних розробок та практичних потреб, що є ключовим аспектом актуальності досліджень в цій області.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному:

Вперше, для Нового Безпечного Конфайнменту, розроблено архітектуру системи підтримки прийняття рішень щодо оптимального управління вентиляційними установками, що дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію щодо оптимальних витрат ВУ та проводити прогнозні розрахунки гідравлічного стану НБК.

Вперше запропоновано алгоритм з використанням багатопоточності (паралелізм на рівні даних) для удосконалення алгоритмічно-програмних методів визначення тисків всередині НБК та площ неконтрольованих протічок

на основі фізичної моделі, що дозволило пришвидшити розрахунки в 5 разів (паралельність 80%).

Вперше розроблено спосіб використання моделей машинного навчання для оцінки гідравлічного стану НБК, який відрізняється від відомих тим, що використовує нейронні мережі для прогнозування перепадів тисків, що дозволило підвищити точність прогнозування тисків всередині НБК, а саме зменшити середню абсолютну похибку прогнозування на 30.5% (0.432 Па) для внутрішнього датчика та 34% (5.61 Па) для зовнішніх датчиків.

Вперше розроблено алгоритмічно-програмний метод знаходження оптимальних витрат ВУ при змінних граничних умовах з використанням моделей на основі машинного навчання, який дозволив знизити витрати електроенергії в 2 рази (на 52%), а витрати радіоактивних аерозолей за межі НБК на 98% (з 4753 м³ до 122 м³).

Вперше розроблено алгоритмічно-програмний метод оцінки очікуваних викидів радіоактивних аерозолей за межі НБК на підставі статистичних метеорологічних даних, що дозволило отримати розподіл викидів при різних режимах роботи вентиляційних установок.

Результати дослідження прийнято до впровадження в Державному спеціалізованому підприємстві «Чорнобильська АЕС» (№ 0700-148 від 29.06.2023); в Інституті технічної теплофізики НАН України (акт реалізації від 12.01.2024 р.); в навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (акт реалізації від 15.09.2023 р.) при викладанні дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація процесів і систем». Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі інженерії програмного забезпечення в енергетиці КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДК РК №0121U109761: «Програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень забезпечення техногенно-екологічної безпеки».

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Старовіта І.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121- Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Інженерія програмного забезпечення.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інженерії програмного забезпечення.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Старовіта Івана Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. В роботі використаний науковий стиль та загальноприйнята термінологія. Матеріал викладено зрозуміло та з логічною послідовністю. В кожному розділі є відповідні посилання на відповідні джерела та представлені результати досліджень. Робота виконана в чіткій логічній послідовності відповідно до поставлених мети і задач досліджень, що сприяє доступності сприйняття та використання.

Дисертаційна робота загальним обсягом 208 сторінок машинописного тексту складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел із 109 найменувань на 13 сторінках.

У вступі описано актуальність роботи та фактори, що впливають на гідравлічний стан НБК. Перший розділ розглядає особливості вентиляції НБК, методи контролю вентиляційних систем, прогнозне моделювання та сучасні системи підтримки прийняття рішень. Другий розділ охоплює методи оцінки гідравлічного стану НБК, оптимізації витрат вентиляції та статистичної оцінки параметрів вітру. У третьому розділі описано вимоги, архітектуру системи підтримки рішень, інструменти розробки. Четвертий розділ містить аналіз експлуатаційних даних, порівняння результатів моделювання з використанням різних підходів, оцінку ефективності цих підходів. П'ятий розділ демонструє використання метеорологічних даних для оцінки викидів радіоактивних аерозолів та інтерфейс користувача.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні наукові результати дисертаційної роботи опубліковані в 15 наукових працях, серед яких 5 наукових статей в фахових журналах, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України, та 3 наукові статті в журналах, що індексуються у Scopus. Результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Дисертаційна робота, у деякій мірі містить аналіз існуючих програмних засобів для створення прогнозуючих моделей, однак доцільно було б детальніше розглянути особливості їх реалізації (архітектурні рішення, сумісність з іншим ПЗ тощо), що дозволило б більш обґрунтовано підійти до розроблення власного програмного забезпечення.

2. В другому розділі дисертації наведено перелік моделей машинного навчання для прогнозування показів датчиків, однак не проведено детальний порівняльний аналіз, що враховував би вимоги до швидкості розрахунків та інших факторів, наприклад можливості інтерпретації результатів.

3. При реалізації знаходження оптимальних витрат вентиляційних установок автором робиться допущення що параметри вітру є відомими та незмінними протягом певного періоду часу, однак доцільно було б розглянути можливість короткострокового прогнозування цих параметрів,

4. У п'ятому розділі показано приклад розрахунку очікуваних викидів при різних витратах вентиляційних установок та постійній об'ємній активності радіації. Однак для використання в реальних сценаріях варто було б розглянути можливість задання змінної активності, що підкоряється певному закону. Це значно підвищило б користь від використання розробленої системи підтримки прийняття рішень, забезпечуючи її адаптацію до динамічних умов.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Старовіта Івана Сергійовича на тему «Моделі та програмні засоби управління вентиляційними установками НБК ЧАЕС з використанням машинного навчання» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12–Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «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.

Здобувач Старовіт Іван Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці
навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

доктор технічних наук, доцент



2024 року

Підпис гр. Наталія ФЕДОРОВА	
ЗАСВІДЧУЮ	
Відділ кадрів	
підпис	пр-ще