

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Чорноморського національного університету
імені Петра Могили
професору кафедри інтелектуальних
інформаційних систем, д-ру техн. наук,
професору
Олексію КОЗЛОВУ

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента, професора кафедри інженерії програмного
забезпечення ЧНУ імені Петра Могили, д-ра техн. наук, професора
Швед Альони Володимирівни

на дисертаційну роботу

ШИЯН Сергія Івановича

*«Моделі, методи і інформаційна технологія моніторингу параметрів
паливно-мастильних матеріалів у системах їх зберігання»*,

подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 «Інформаційні технології»

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Тема дисертаційної роботи присвячена розв'язанню актуального завдання розробки моделей, методів і інформаційної технології (ІТ) моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів (ПММ) у системах їх зберігання. Практична потреба в таких дослідженнях зумовлена тим, що у структурі операційних витрат транспортних компаній, зокрема у морських перевезеннях, вартість ПММ є однією з найбільших статей витрат. Ефективний моніторинг ПММ сприяє раціональному споживанню палива, економить фінансові ресурси та водночас призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу. У світовій економіці прослідковується посилення екологічних вимог до транспортних засобів, а це означає, що питання ефективності використання енергетичних ресурсів набувають особливої актуальності.

Дисертаційна робота відповідає планам науково-дослідної діяльності факультету Комп'ютерних наук Чорноморського національного університету імені Петра Могили відповідно до координаційних планів Міністерства освіти і науки України. Зокрема, наукові дослідження виконувалися в рамках держбюджетної наукової теми кафедри інтелектуальних інформаційних

систем: «Розроблення автоматизованої системи керування гібридним енергетичним комплексом із застосуванням засобів штучного інтелекту для забезпечення енергетичної безпеки України» (номер державної реєстрації №0120U102032, роки виконання: 2020-2021). Результати досліджень отримали широку апробацію, що підтверджується їх впровадженням у діяльність установ та підприємств.

2. Ступень обґрунтованості та достовірності одержаних результатів.

Аналіз змісту дисертаційної роботи і наукових публікацій Шияна Сергія дають змогу зробити висновок про те, що основні наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовано в дисертаційній роботі, відповідають темі досліджень. Об'єкт і предмет дисертаційного дослідження сформульовано чітко й логічно, вони повною мірою відображають мету і задачі наукового дослідження, та повністю узгоджуються із темою дисертаційної роботи, розкриваючи суть досліджуваної проблематики.

Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, викладених у дисертаційній роботі, забезпечується коректним використанням сучасних методів машинного навчання та імітаційного моделювання, та підтверджуються результатами комплексних експериментальних досліджень, проведеному порівняльному аналізу для оцінки отриманих результатів. Теоретичні положення дисертації ґрунтуються на сучасних підходах, аналізі методів та інформаційних систем моніторингу, моделях та методах статистичного аналізу, методах попередньої обробки даних, моделювання, прогнозування та теорії мереж Петрі (для імітаційного моделювання).

Рукопис дисертації відповідає існуючим вимогам стосовно викладення та оформлення науково-технічної документації з використанням загальноприйнятої термінології.

Одержані результати, розроблені моделі та ІТ не суперечать відомим, а в окремих випадках дозволяють будувати більш гнучкі та адаптивні імітаційні моделі для системи моніторингу параметрів ПММ в системах їх зберігання, за рахунок застосування математичного апарату моделювання динамічних дискретних систем, зокрема мереж Петрі, що дає можливість враховувати та аналізувати можливі стани та ймовірнісні процеси, що виникають в результаті експлуатації систем зберігання палива. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність процесів моніторингу та прогнозування ПММ.

Наукові положення, висновки та рекомендації мають високий ступень обґрунтованості, логічні та відповідають сучасному стану наукових

досліджень, що підтверджується глибокими теоретичними дослідженнями та аналізом широкого кола вітчизняних і зарубіжних наукових джерел, що дозволило якісно проаналізувати досліджувану проблематику.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів додатково підтверджується експериментальними дослідженнями, проведеними на реальних звітах регулярного збору даних про рівень та кількість палива на судні, з використанням загальноприйнятих метрик оцінювання якості моделей та прогнозів. Результати експериментів демонструють стабільність, відтворюваність та статистичну значущість отриманих висновків, а також підтверджують ефективність запропонованих методів і моделей покращення точності прогнозів у порівнянні з базовими моделями.

Таким чином, сформульовані в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації мають належний рівень обґрунтованості та достовірності, є логічно несуперечливими та підтвердженими як теоретичними міркуваннями, так і результатами експериментальних досліджень.

3. Наукова новизна дисертації.

Дисертаційна робота, присвячена вирішенню важливої науково-практичної проблеми моніторингу та прогнозування параметрів ПММ у системах їх зберігання, містить раніше незахищені наукові положення та результати, які отримані автором особисто.

За результатами виконання дисертаційних досліджень отримав подальший розвиток процес моніторингу та прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива, на основі методів машинного навчання та комбінування прогнозів, який підвищує ефективність її експлуатації.

Серед найсуттєвіших оригінальних наукових результатів автора, що одержані за результатами дисертаційного дослідження, слід відзначити:

1. Вперше розроблено модельний підхід для побудови імітаційних моделей моніторингу ПММ, який використовує спеціалізовану алгебру та теорію мереж Петрі, що дає змогу врахувати стани та ймовірнісні процеси, що виникають в результаті експлуатації систем зберігання палива.

2. Вперше розроблено імітаційні моделі для системи моніторингу параметрів ПММ в системах зберігання палива закритого типу, які використовують колірні мережі Петрі, що дає змогу врахувати різні стани системи, що виникають в результаті експлуатації та дає змогу реалізувати різні сценарії функціонування, що підвищує ефективність системи моніторингу ПММ до різних експлуатаційних вимог.

3. Удосконалено ІТ моніторингу ПММ, за рахунок використання методів імітаційного моделювання та методів прогнозування, що дозволило підвищити ефективність використання різних систем зберігання палива та забезпечує врахування особливостей процесу моніторингу.

4. Ступень висвітлення результатів дисертаційної роботи у наукових публікаціях.

Основні результати дисертаційної роботи Шияна С. І. належним чином висвітлено у наукових публікаціях, що свідчить про достатній рівень їх апробації, фахового обговорення та публічного представлення в науковому середовищі. Аналіз наукових публікацій і особистого внеску здобувача у виконанні дослідження свідчить про те, що основні наукові положення, висновки та рекомендації, викладені у дисертації та винесені на захист, отримано здобувачем особисто в період з 2022 по 2025 рік і узагальнено під час оформлення дисертаційної роботи.

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, з них 5 публікацій у наукових виданнях, включених до Переліку фахових видань України (категорія "Б").

Одержані в дисертації результати обговорювались та доповідались на 9 міжнародних та всеукраїнських наук.-метод. та наук.-практ. конференціях (з них 4 матеріали конференцій включені до наукометричної бази Scopus).

Таким чином, рівень публікацій та апробації результатів дисертаційного дослідження є високим та повною мірою відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

5. Наукове та практичне значення одержаних результатів.

Одержані результати дисертаційного дослідження відкривають перспективи науково обґрунтованого вирішення широкого кола прикладних задач, пов'язаних із автоматизацією процесів моніторингу та прогнозування параметрів ПММ у системах їх зберігання.

Наведені в дисертаційній роботі результати досліджень дозволяють зробити висновок про її наукову значущість, що підтверджується комплексом теоретичних і експериментальних досліджень, проведених здобувачем для обґрунтування ефективності запропонованих методів і моделей машинного навчання для моніторингу параметрів ПММ різних систем зберігання. Розроблена інформаційна система моніторингу та прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива розширює наявні наукові підходи до автоматизованого аналізу і прогнозування ПММ та сприяє розвитку методів інтелектуального аналізу програмних систем.

Результати дисертаційного дослідження є практично значущими та орієнтованими на використання у реальних системах різного призначення. Практичне значення результатів дисертаційного дослідження підтверджується їх впровадженням у діяльність підприємств, а також використанням у навчальному процесі.

Зокрема, розроблені моделі та ІТ впроваджені у діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Торгівельної компанії «ЮВЕНТА», на судні «SOPHIA» (ІМО: 9546007), що підтверджує їх практичну придатність і ефективність.

Результати дисертаційної роботи також використані у навчальному процесі на кафедрі інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського національного університету імені Петра Могили при підготовці курсів дисциплін «Методи та системи машинного навчання», «Інтелектуальні технології аналізу та попередньої обробки даних», «Методи та візуальні технології імітаційного моделювання» для здобувачів другого освітнього рівня спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

6. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У тексті дисертаційної роботи та публікаціях, що містять результати наукових досліджень Шияна С.І., порушень принципів академічної доброчесності (самоплагіату, плагіату, фальсифікації та фабрикації) не виявлено. Всі запозичення, які є в роботі, мають посилання на відповідні джерела, інші – є загальноновживаними і не є плагіатом. Перевірка дисертації здобувача, яку проведено членами групи забезпечення підготовки докторів філософії за ОНП по спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», не виявила фактів порушення академічної доброчесності.

7. Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації:

1. Пункти наукової новизни стор. 6 та стор. 26 дещо відрізняються у формулюваннях, наприклад, на стор. 6 автор зазначає, що «Вперше розроблено: імітаційні моделі для системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів в системах зберігання палива закритого типу, ... , що підвищує ефективність системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів до різних експлуатаційних вимог», проте на стор. 26 зазначено, що «вперше розроблено імітаційні моделі для системи моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів в системах їх зберігання, ..., що підвищує ефективність системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів та її адаптацію до різних експлуатаційних вимог».

2. У другому розділі при описі математичної моделі, яка використовується для формалізованого опису ІТ моніторингу ПММ (вираз 2.1), автор використовує поняття «набір вхідних даних», але не конкретизує та не розкриває його суті.

3. У другому розділі при описі модельного підходу до розробки структури процесу моніторингу ПММ (стор. 59-60), автор не визначає яке місце він займає в структурі запропонованої ІТ моніторингу ПММ, формальний опис якої подано коротким (2.1). При описі математичної моделі, поданої виразом (2.1), автор оперує тільки поняттями «методи», «технології», «набір вхідних даних», «результати моніторингу», тощо.

4. У другому розділі автором запропоновано і розроблено алгебру для опису та побудови імітаційних моделей моніторингу ПММ (підрозділ 2.3, стор. 61), яка містить сім базових та чотири комбіновані операції моніторингу. Не зовсім зрозуміло, чому при описі базових операцій моніторингу та їх властивостей (табл. 2.8, стор. 80-81), автор посилається на роботи інших вчених (стор. 62-66, табл. 2.1-2.6), зокрема роботи [73-76], із списку використаних джерел (стор. 161). Автор недостатньо чітко відокремив власні наукові результати від загальновідомих. У підрозділі 2.3.3 (стор. 74) наведені приклади моделювання складних операцій моніторингу на основі комбінованих операцій алгебри, проте здобувач зазначає (стор. 74), що вони є запозиченнями з літературних джерел [73, 76].

5. У другому розділі автором запропоновано інтелектуальну ІТ моніторингу ПММ в системах зберігання (підрозділ 2.4, стор. 82). Проте структурна модель, подана на рис. 2.11 (стор. 83), має назву «структурна модель інформаційних технологій для моніторингу ПММ», не зрозуміло про які «інформаційні технології» йдеться. Структурна модель ІТ (рис. 2.11) не враховує всі елементи математичної моделі (2.1), а представлена як послідовність етапів моніторингу ПММ (із зазначенням загальноприйнятих підходів, методів та технологій вирішення типових задач конкретного етапу).

6. У третьому розділі (стор. 88) автор стверджує, що «Для побудови імітаційних моделей процесів моніторингу розроблено метод на основі колірних мереж Петрі ...», проте при визначенні наукової новизни не зазначає цей факт. Розробка методу передбачає створення нових, удосконалених шляхів вирішення науково-практичної задачі, або суттєву модифікацію існуючих методів / алгоритмів. Натомість автор пропонує послідовність кроків для побудови імітаційних моделей, що більш притаманно процедурі, алгоритму або методиці. Автор не доводить ефективність запропонованого методу побудови імітаційних моделей процесів моніторингу, не визначає його відмінність від існуючих.

7. У четвертому розділі при описі структури інформаційно-аналітичної системи моніторингу (підпункт 4.1, стор. 122) та її архітектури (рис. 4.1, стор. 123) автор не конкретизує які саме методи аналізу, попередньої обробки та прогнозування реалізовані у підсистемах, оперуючи лише поняттями «різні інтелектуальні методи», «кращі прогнозні моделі», тощо.

8. У четвертому розділі спостерігається дублювання матеріалів, що наведені на рис. 4.2-4.3 (стор. 125) із матеріалами Додатку А (стор. 171).

9. Автор стверджує, що «На основі використання методів комбінування прогнозних значень досягнуто покращення якості прогнозів за метриками MSE, RMSE, MAE в середньому на 18-35% (по різних ємностях)» (стор. 5, стор. 159). Проте, за результатами порівняння метрик якості прогнозів обсягів можливої заправки дизельним паливом для танка № 1 (стор. 144), три з семи методів комбінування демонструють покращення якості в середньому на 20-22,4%. Окремо по типам палива: для дизельного палива по метрикам якості прогнозів покращення відбулося на 32-34,5% (стор. 145); по метрикам якості прогнозів за агрегованими показниками по танкам з мазутом покращення відбулося на 27-28,2% (стор. 146). Не зовсім зрозуміло на основі яких розрахунків отримано нижній поріг у 18%.

10. По тексту дисертаційного дослідження подекуди зустрічаються незначні орфографічні та стилістичні помилки, не у всіх розділах витримано правило, що нумеруються тільки ті формули, на які має місце посилання по тексту роботи.

Проте, вказані зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи в цілому та не знижують наукової та практичної цінності отриманих результатів.

8. Загальний висновок про відповідність роботи встановленим вимогам

Дисертація Шияна Сергія Івановича на тему «Моделі, методи і інформаційна технологія моніторингу параметрів ПММ у системах їх зберігання» є самостійним, завершеним науковим дослідженням, що має науково-прикладне значення та містить нові науково обґрунтовані та практичні результати. Мета, тема, задачі та зміст роботи цілком відповідають спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Дисертаційна робота характеризується цілісністю та логічністю викладення матеріалів дослідження. Термінологія дисертаційної роботи є загальновизнаною. Основні результати роботи достатньо повно висвітлені в опублікованих наукових працях дисертанта.

Дисертаційна робота за актуальністю, ступенем обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, науковою новизною та практичною цінністю отриманих результатів, відсутністю порушень принципів академічної доброчесності відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, з урахуванням змін, внесених постановами Кабінету Міністрів України №341 від 21 березня 2022 р., № 502 від 19 травня 2023 р. та №507 від 3 травня 2024 р.

Вважаю, що автор дисертації Шиян Сергій Іванович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Офіційний рецензент:
Професор кафедри інженерії
програмного забезпечення
Чорноморського національного
університету імені Петра Могили,
д-р техн. наук, професор

Альона ШВЕД

