

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Чорноморського Національного університету
Імені Петра Могили
д.т.н., професору Олексію КОЗЛОВУ

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Литвиненка Володимира Івановича**
на дисертаційну роботу **Шияна Сергія Івановича** на тему «*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»
за спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

1.Актуальність обраної теми.

Зі зростанням ролі транспортних перевезень у світовій економіці та посиленням екологічних вимог до транспортних засобів питання ефективності використання енергетичних ресурсів набувають особливої актуальності. Для забезпечення безперебійної роботи діяльності підприємств різного типу щодоби потрібна велика кількість різноманітних виробничих ресурсів, велику питому вагу в яких займають паливно-мастильні матеріали. Важливе значення у цьому процесі займає моніторинг паливно-мастильних матеріалів (ПММ). Ефективний моніторинг ПММ сприяє раціональному зберіганню та споживанню палива, економить фінансові ресурси та водночас призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

Але існуючі методи моніторингу ПММ мають певні обмеження. Багато традиційних підходів базуються на статичних нормативах, розрахованих на основі усереднених умов, що робить їх малоефективними для точної оцінки ефективності в реальних умовах експлуатації, які динамічно змінюються.

Попри суттєвий розвиток сучасних методів і технологій моніторингу ПММ, методи аналізу і обробки даних та прогнозування в системах моніторингу та розробка імітаційних моделей моніторингу ПММ залишаються складними задачами, які потрібно вирішувати системно.

Таким чином, розроблення методів, моделей та інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів на основі формалізованих

стохастичних моделей зокрема колірних мереж Петрі, а також вирішення завдань моніторингу ППМ в різних технічних системах дозволить підвищити якість та функціональність сучасних систем експлуатації та зберігання паливно-мастильних матеріалів. Відповідно, тема дисертаційного дослідження *«Моделі, методи і інформаційна технологія моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів у системах їх зберігання»* є **актуальною**.

2.Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

В процесі розв'язання поставлених у дисертації задач, розробці наукових положень, висновків та рекомендацій, автором використані реальні дані, які одержані в процесі дослідження різних систем зберігання ПММ, та елементів інформаційних технологій та моделей для моніторингу паливно-мастильних матеріалів, а також, ґрунтуючись на практичному виробничому досвіді автора дисертації у розробленні та аналізі моделей на основі реальних даних для інформаційної системи моніторингу. Таким чином, наведені в дисертації результати слід вважати достатньо обґрунтованими, які відповідають експериментальним дослідженням, котрі підтверджується, також, актами реальних впроваджень.

Всі наукові результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Особисто здобувачеві належать такі наукові та практичні результати: модельний підхід для побудови імітаційних моделей моніторингу паливно-мастильних матеріалів, який використовує спеціалізовану алгебру та теорію мереж Петрі, що дає змогу врахувати стани та ймовірнісні процеси, що виникають в результаті експлуатації систем зберігання палива. Вперше розроблено імітаційні моделі для системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів 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 паливно-мастильних матеріалів до різних експлуатаційних вимог. Удосконалена інформаційна технологія моніторингу паливно-мастильних матеріалів, за рахунок використання методів імітаційного моделювання та методів прогнозування, що дозволило підвищити ефективність використання різних систем зберігання палива. Також 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. Розроблені методи, моделі та інформаційна технологія моніторингу паливно-мастильних матеріалів,

продемонстрували високу ефективність у вирішенні завдань моніторингу паливно-мастильних матеріалів, за рахунок використання методів імітаційного моделювання та методів прогнозування. Вони значно підвищують ефективність процесу моніторингу у системах зберігання та процес моніторингу та прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива, на основі методів машинного навчання та комбінування прогнозів, що підтверджує їх практичну цінність.

Всі застосовані висновки та рекомендації обґрунтовані та відповідають завданням дисертаційного дослідження.

3. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації, підтверджена результатами теоретичних та експериментальних досліджень, коректним застосуванням математичного апарату, сучасних методів імітаційного моделювання, а також впровадженням запропонованих рішень для підвищення ефективності інформаційних систем моніторингу паливно-мастильних матеріалів для практичних застосувань.

4. Наукова новизна положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– *Вперше розроблено:* модельний підхід для побудови імітаційних моделей моніторингу паливно-мастильних матеріалів, який використовує спеціалізовану алгебру та теорію мереж Петрі, що дає змогу врахувати стани та ймовірнісні процеси, що виникають в результаті експлуатації систем зберігання палива.

– *Вперше розроблено:* імітаційні моделі для системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів 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 паливно-мастильних матеріалів до різних експлуатаційних вимог.

– *Вдосконалено:* інформаційну технологію моніторингу паливно-мастильних матеріалів, за рахунок використання методів імітаційного моделювання та методів прогнозування, що дозволило підвищити ефективність використання різних систем зберігання палива.

– *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.

Наукові положення, висновки і рекомендації, наведені у дисертаційній роботі, у сукупності можна кваліфікувати як внесок здобувача у подальший розвиток наукових досліджень у сфері інформаційних технологій моніторингу паливно-мастильних матеріалів. Результати дисертації Шияна С.І. є значущими для галузі знань 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

5. Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності.

За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 14 наукових праць, з яких 5 публікацій у виданнях, включених до Переліку фахових видань України (категорія "Б"), 9 публікацій в збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських конференцій, 4 з них включені до наукометричної бази Scopus.

Кількість публікацій відповідає вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень, є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності. В цілому у дисертаційній роботі порушень академічної доброчесності не виявлено.

6. Аналіз змісту та форми дисертаційної роботи.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Шияна Сергія Івановича повністю відповідає Стандарту освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», галузі знань 12 «Інформаційні технології» та напрямкам досліджень відповідно до третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти «Комп'ютерні науки». Робота написана на достатньому мовно-стилістичному рівні.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і 3 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 178 сторінки, з яких 128 сторінок припадає на основний текст. У тексті дисертації наведено 43 рисунка і 28 таблиць. Список використаних джерел подано на 18 сторінках і містить 143 найменування.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційного дослідження, сформульовано мету дослідження та науково-прикладні завдання, показано зв'язок

дослідження з науковими програмами та темами, наведено наукову новизну отриманих результатів, їх практичну цінність та особистий внесок здобувача.

У першому розділі дисертаційної роботи виконано комплексний огляд підходів, аналіз методів та інформаційних систем моніторингу. Визначено та структуровано поняття моніторингу. Визначено функції, об'єкти, цілі, підходи та елементи моніторингу. Проведено аналіз методів і технологій вимірювання, етапи та особливостей моніторингу систем паливно-мастильних матеріалів. Визначено переваги та недоліки ряду підходів до вимірювання та моніторингу. Описано і досліджено сучасні методи моніторингу паливно-мастильних матеріалів, проведено їх порівняльний аналіз. Результати проведеного аналізу дали змогу сформулювати ключові вимоги до майбутньої інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів.

У другому розділі представлено основні теоретичні засади, на яких побудовано інформаційну технологію моніторингу паливно-мастильних матеріалів. В розділі визначені і описані головні аспекти побудови інформаційної технології для вирішення завдань моніторингу. Розроблено структуру обробки інформації при вирішенні задач моніторингу. Представлено вперше розроблений модельний підхід до розв'язування завдань моніторингу ПММ в системах їх зберігання. При цьому значна увага зосереджена на реалізації і розробці формалізованого опису інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів. Запропоновано і розроблено алгебру для опису та побудови імітаційних моделей моніторингу ПММ, яка складається з семи базових та чотирьох комбінованих операцій моніторингу. Представлено формалізований опис операцій алгебри у вигляді мереж Петрі. Представлено алгебраїчний опис властивостей операцій моніторингу, який дозволяє використовувати алгебру операцій для моделювання процесу моніторингу різними типами мереж Петрі. Розроблено інформаційну технологію моніторингу ПММ в системах зберігання.

У третьому розділі дисертаційного дослідження розглянуто питання побудови імітаційних моделей моніторингу ПММ в системах їх зберігання в середовищі *CPN Tools*. Досліджені основні особливості побудови імітаційних моделей. Побудовано моделі для системи вимірювання фізико-хімічних параметрів палива на основі колірних мереж Петрі та виконано імітацію їх поведінки. Розроблено структурну схему контролю вимірювання фізико-хімічних параметрів ПММ та імітаційну модель процесу вимірювання параметрів ПММ. Обґрунтовано вибір колірних мереж Петрі, як формалізм, що дозволяє відображати динаміку роботи системи, яка моделюється, враховувати ситуаційні та ймовірнісні особливості її функціонування. Представлено результати моделювання процесу вимірювання параметрів ПММ. Розроблена структура

ієрархічної моделі для багатоканальної системи зберігання ПММ та реалізована в середовищі CPN Tools. Представлено результати моделювання багатоканальної системи зберігання ПММ, а також розроблено імітаційну модель моніторингу АЗС з альтернативними чергами і проведено їх аналіз.

У четвертому розділі представлені результати вирішення практичних завдань на основі моделей і методів машинного навчання та інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів. Розроблено інтелектуальна інформаційно-аналітична система моніторингу ПММ на основі інформаційної технології моніторингу. Розглянуто особливості вирішення задачі моніторингу паливно-мастильних матеріалів на морському транспорті. Була вирішена задача прогнозування обсягу потреб у паливно-мастильних матеріалах двох типів для різних ємностей для зберігання палива на судні. Представлено підхід для підвищення точності прогнозних значень на основі комбінування прогнозів.

У висновках автор підсумовує результати проведеного дослідження, систематизує основні результати, демонструє виконання поставлених завдань і підкреслює новизну й практичну придатність запропонованих підходів.

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

7. Зауваження до дисертаційної роботи.

В цілому, дисертація і анотація до неї оформлені з дотриманням нормативних документів на оформлення результатів науково-дослідних робіт.

Однак необхідно зауважити наступне:

1. При дослідженні модельного підходу для розв'язування завдань моніторингу ПММ (розд.2.1) не показано, яким чином здійснюється міжмодельне узгодження (етап 4, стор. 60).
2. В представленій інформаційній технології моніторингу (розд.2.4) не зовсім зрозуміло для яких завдань використовуються методи аналітичного моделювання (стор.83).
3. Не зовсім зрозуміло яким чином в імітаційних моделях (розд. 3), враховується модельний час.
4. Не зовсім зрозуміло, яким чином обчислені величини покращення метрик якості прогнозів (розд.4.3, 4.4) на 20-22,4% та 27-28,2% відповідно.
5. Було б доцільним описати методи комбінування прогнозів (розділ 4), та більш точно надати інформацію по трьом методам комбінування по яким для всіх прикладів спостерігається покращення точності прогнозних значень.
6. В тексті розглянутої роботи присутні незначні стилістичні та граматичні неточності.

Однак наведені зауваження не є принциповими і такими, що піддають сумніву результати дослідження та ніяким чином не зменшують наукову і практичну цінність роботи та позитивне враження від впровадження її результатів.

8. Загальні висновки та оцінка дисертації.

Дисертаційна робота, яка представлена на відгук, є закінченою кваліфікаційною науковою працею, яка містить раніше не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області підвищення ефективності моніторингу паливно-мастильних матеріалів.

В підсумку з оглядом на актуальність проблеми, високий рівень виконаних досліджень та результати практичного впровадження вважаю, що дисертаційна робота *«Моделі, методи і інформаційна технологія моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів у системах їх зберігання»* відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор **Шиян Сергій Іванович** заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю – 122 Комп'ютерні науки, галузь знань – 12 Інформаційні технології.

Офіційний опонент,
професор кафедри штучного інтелекту
інституту прикладного системного аналізу
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

