

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

## ВІДГУК

### офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Теслюка Василя Миколайовича**  
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»

### **Актуальність теми дисертації.**

Роль паливно-мастильних матеріалів (ПММ) в діяльності виробничих систем і підприємств будь-якої галузі економіки надзвичайно велика. Для забезпечення безперебійної роботи діяльності підприємств різного типу щодоби потрібна велика кількість різноманітних виробничих ресурсів, велику питому вагу в яких займають паливно-мастильні матеріали. Зі зростанням ролі транспортних перевезень у світовій економіці та посиленням екологічних вимог до транспортних засобів – питання ефективності використання енергетичних ресурсів набувають особливої актуальності.

У структурі операційних витрат транспортних компаній, зокрема у морських перевезеннях, вартість паливно-мастильних матеріалів є однією з найбільших статей витрат. Ефективний моніторинг ППМ сприяє раціональному зберіганню та споживанню палива, економить фінансові ресурси та, водночас, призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

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 динамічно змінних реальних умов експлуатації.

Попри суттєвий розвиток сучасних методів і технологій моніторингу ПММ, методи аналізу і опрацювання даних, прогнозування в системах моніторингу та розробка імітаційних моделей моніторингу ПММ – залишаються складними задачами, які потрібно розв'язувати системно.

Таким чином, розроблення методів, моделей та інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів на основі формалізованих стохастичних моделей, зокрема, кольорових мереж Петрі, а також виконання завдань моніторингу ППМ в різних технічних системах – є актуальним науковим завданням, вирішення якого дасть змогу 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.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертація виконувалася відповідно до пріоритетних напрямів науково-дослідних робіт Чорноморського національного університету імені Петра Могили, відповідно до координаційних планів Міністерства освіти й 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 роботи впроваджені на підприємствах. Документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційного дослідження надано у додатку В.

### **Оцінка наукових результатів 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 кольорові 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 дало можливість 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».

### **Практичні результати роботи, їх рівень та ступінь впровадження.**

Практична цінність роботи полягає у розробленні методів, імітаційних моделей і інформаційної технології моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів для різних систем зберігання та інформаційної системи моніторингу і прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива.

Зокрема, 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. Розроблено імітаційні моделі для системи моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів в системах їх зберігання, які реалізовані на основі кольорових мереж Петрі, що дає змогу врахувати різні стани системи, які виникають в результаті експлуатації та підвищує ефективність системи моніторингу паливно-мастильних матеріалів до різних експлуатаційних вимог.

Важливе практичне значення має удосконалена інформаційна технологія моніторингу паливно-мастильних матеріалів, за рахунок використання методів імітаційного моделювання, методів прогнозування та процес моніторингу і прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива, на основі методів машинного навчання та комбінування прогнозів, який підвищує ефективність її експлуатації.

Напрацювання автора пройшли належну практичну апробацію. Одержані наукові результати досліджень у вигляді імітаційних моделей та програмного забезпечення інформаційної системи впроваджено у діяльності торгівельної компанії «ЮВЕНТА», на судні “SOPHIA I” (IMO: 9546007) під час експлуатації та у навчальному процесі кафедри інтелектуальних інформаційних систем Чорноморського національного університету імені Петра Могили.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

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.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертації та їх достовірність.**

В процесі розв'язання поставлених у дисертації завдань, розробці наукових положень, висновків та рекомендацій, автором використані реальні дані, які одержані з різних джерел, з результатів аналізу сучасного стану і перспектив розвитку елементів інформаційних технологій та моделей для моніторингу паливно-мастильних матеріалів, а також, ґрунтуючись на практичному виробничому досвіді автора дисертації у розробленні і аналізі моделей та на основі реальних даних для інформаційної системи моніторингу. Таким чином, наведені в дисертації результати слід вважати достатньо обґрунтованими, що підтверджується даними моделювань, експериментальних досліджень та практичними результатами, які підтверджується, також, наявними актами 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, які 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 кольорові мережі Петрі, що дає змогу врахувати різні стани системи, які 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, дала можливість 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 і прогнозування параметрів для суднової системи зберігання палива, на основі методів машинного навчання та комбінування прогнозів, що підтверджує їх практичну цінність.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Шияна Сергія Івановича повністю відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям комп'ютерних наук.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шияна Сергія Івановича 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. Виклад матеріалу в дисертації є послідовним і логічно структурованим. Автор чітко дотримується наукового стилю, не перевантажуючи текст зайвою термінологією. Поняття вводяться вчасно й пояснюються у відповідному контексті, що робить текст доступним для фахівців суміжних галузей. Терміни використано відповідно до сучасних стандартів у сфері комп'ютерних наук. Матеріал легко сприймається, особливо завдяки вдало підібраним ілюстраціям та прикладам.

### **Структура дисертаційної роботи.**

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 рисунків 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 особливості моніторингу систем паливно-мастильних матеріалів. Визначено переваги і 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 інформаційна технологія моніторингу паливно-мастильних матеріалів. В розділі визначені і описані головні аспекти побудови інформаційної технології для вирішення завдань моніторингу. Розроблено структуру опрацювання інформації при розв'язанні задач моніторингу. Представлено вперше розроблений модельний підхід до розв'язування завдань моніторингу ПММ в системах їх зберігання. При цьому, значну увагу зосереджено на реалізації і розробленні формалізованого опису інформаційної технології моніторингу паливно-мастильних матеріалів. 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 дає змогу 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 кольорових мереж Петрі, як формалізму, що дає змогу 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. Розроблена інтелектуальна інформаційно-аналітична система моніторингу ПММ на основі інформаційної технології моніторингу. Розглянуто особливості розв'язання задачі моніторингу паливно-мастильних матеріалів на морському транспорті. Розв'язано задачу прогнозування обсягу потреб у паливно-мастильних матеріалах двох типів для різних ємностей для зберігання палива на судні. Розроблено 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».

**Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації.**  
Відзначаючи високий науковий рівень представленої дисертаційної роботи, необхідно звернути увагу на наявні в ній окремі дискусійні положення та зауваження:

1. У другому розділі, для наочного та кращого розуміння послідовності етапів модельного підходу до розробки структури процесу моніторингу ПММ (параграфі 2.2) бажано було би додати алгоритм його роботи.

2. У другому розділі (параграф 2.3.3, ст. 80), при опису операцій моніторингу на основі алгебри та побудови імітаційних моделей моніторингу, бажано було би навести приклад в семантиці кольорових мереж Петрі.

3. Представлені в розділі 3 моделі було б доцільно більш детально описати та проілюструвати їх роботу за допомогою алгоритмів. Блок-схеми алгоритмів бажано навести у додатках.

4. При побудові імітаційних моделей за допомогою *CPN Tools* в розділі 3 бажано б було для моделей визначити і представити простір станів.

5. В параграфі 3.4.2 у прикладі процесу роботи АЗС з альтернативними чергами варто детальніше описати імітаційну модель та особливості процесу роботи АЗС з альтернативними чергами.

6. У четвертому розділі (стор.149) представлені результати моделювання на рисунку 4.17 та в таблиці 4.9 необхідно детальніше описати та їх пояснити.

7. У дисертаційній роботі наявні окремі стилістичні та граматичні неточності.

Наведені зауваження і дискусійні положення не знижують загальної позитивної оцінки дисертації, відображають власну наукову позицію опонента і не

заперечують можливості авторського бачення шляхів досягнення мети й вирішення завдань дисертаційної роботи.

### **Висновок.**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Шияна Сергія Івановича на тему *«Моделі, методи і інформаційна технологія моніторингу параметрів паливно-мастильних матеріалів у системах їх зберігання»* 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 комп'ютерних наук. 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 Шиян Сергій Іванович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,  
професор, завідувачий кафедри  
Автоматизованих систем управління  
Національного університету  
«Львівська політехніка»

Василь ТЕСЛЮК

*Підпис д. т. н., професора В.М. Теслюка засвідчую:*

Вчений секретар  
Національного університету «Львівська політехніка»,  
кандидат технічних наук, доцент

Роман БРИЛИНСЬКИЙ

