

РЕЦЕНЗІЯ

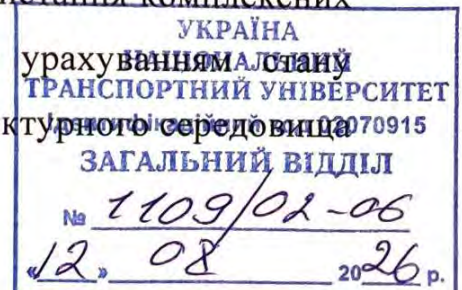
на дисертаційну роботу

Навроцького Андрія Вікторовича

на тему «Удосконалення моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів використанням сучасних інформаційних систем»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Оцінка обґрунтованості обраної теми дослідження.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-технічного завдання удосконалення моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів (ТЗ) використанням сучасних інформаційних систем з урахуванням інформаційної взаємодії з операторами, контролю технічного стану транспортних засобів, моніторингу стану об'єктів перевезень, взаємодії з інфраструктурним середовищем та аналітичної обробки та використання отриманої інформації для забезпечення експлуатаційної ефективності транспортних засобів та адаптивного керування відновленням їх працездатності. Слід зазначити, що поняття експлуатаційної ефективності сьогодні об'єднує в собі показники енергоефективності та екологічної безпеки, які залишаються основними показниками автомобільних транспортних засобів, визначають допуск їх до експлуатації на основі відповідності фактичного технічного стану нормативним вимогам, економічну доцільність експлуатації та вплив на навколишнє середовище. Особливої значущості, ці показники набувають для комерційних транспортних засобів, які є найбільшими споживачами палив та забруднювачами навколишнього середовища. З метою ефективного управління процесами підтримання експлуатаційної ефективності автомобільних транспортних засобів необхідне використання комплексних систем моніторингу їхнього технічного стану, з урахуванням стану операторів, об'єктів перевезень, параметрів інфраструктурного середовища



та можливістю аналізу і подальшого використання отриманої інформації кінцевими споживачами.

Тому, питання удосконалення моніторингу процесів експлуатації ТЗ використанням сучасних інформаційних систем моніторингу технічного стану ТЗ, стану операторів, об'єктів перевезення та характеристик інфраструктурного середовища для забезпечення експлуатаційної ефективності ТЗ та адаптивного керування відновленням їх працездатності є актуальною науково-технічною задачею, що вирішується в даній дисертаційній роботі.

Дисертаційне дослідження виконувалось в рамках тематичних планів науково-дослідних робіт кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного транспортного університету за темами: «Розробка та удосконалення методик, процесів та процедур розв'язання складних комплексних задач у сфері охорони довкілля та збалансованого природокористування – 0121U107570 (2021-2023); «Розробка методів, моделей, методик та інструментів розв'язання складних проблем та завдань у сфері захисту довкілля та збалансованого природокористування в умовах післявоєнної відбудови України» – 0124U001012 (2024-2026); «Комплексний підхід до відновлення України на засадах сталого розвитку» – 0125U001993 (2025-2027).

Робота відповідає основним напрямкам розвитку автомобільного транспорту викладених у Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року, зокрема, стратегічній цілі «3. Безпечний, людиноцентричний, екологічний та енергоефективний транспорт з курсом на декарбонізацію».

Оцінка новизни теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що:
вперше:

- запропоновано метод систематизації апаратного забезпечення інформаційних систем моніторингу процесів експлуатації ТЗ, який дозволяє проводити структурування систем моніторингу за варіантами реалізації морфологічних ознак засобів отримання і передачі інформації щодо операторів, технічного стану ТЗ, об'єктів перевезення та інфраструктурного середовища і засобів аналізу та використання інформації споживачем як основних функціональних елементів морфологічної матриці можливих конфігурацій апаратного забезпечення систем моніторингу;

- сформовано узагальнену морфологічну формулу комплексної системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ, яка відображає індивідуальні варіанти реалізації 20 морфологічних ознак основних функціональних елементів та дозволяє сформувати численну кількість допустимих конфігурацій системи, причому кожна конфігурація має власні переваги та недоліки відповідно до конкретних потреб і умов використання;

- запропоновано комплекс окремих та інтегрального критеріїв оцінювання ефективності інформаційних систем моніторингу з урахуванням рівня інформаційної взаємодії з оператором, рівня контролю технічного стану ТЗ, рівня моніторингу стану транспортних об'єктів, рівня взаємодії з інфраструктурним середовищем та рівня аналітичної обробки та використання інформації кінцевим споживачем.

Удосконалено інформаційну модель комплексної системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ, яка, на відміну від існуючих, включає:

- функціонал моніторингу процесів експлуатації ТЗ у відповідний момент часу та узагальнену модель сфери застосування системи як інтегровану сукупність інформаційних компонентів з оновленим складом елементів відповідно до визначеної морфологічної структури системи;

- множини інформаційних елементів, функції автоматизації та завдання обробки даних, уточнені відповідно до сфери застосування системи;

- канонічні графи моделей моніторингу окремих функціональних елементів та загальний канонічний граф моделі комплексної системи

моніторингу процесів експлуатації ТЗ, для яких визначено часову мітку реєстрації даних як спільний універсальний інформаційний атрибут.

Набули подальшого розвитку:

- методи формування інформаційних моделей систем моніторингу процесів експлуатації ТЗ, які дозволили сформувати алгоритм отримання інформації про об'єкти моніторингу, інтелектуальні алгоритми аналізу та використання отриманої інформації для діагностування та прогнозування технічного стану ТЗ.

Вказані наукові положення обґрунтовані проведенням здобувачем експериментальними та теоретичними дослідженнями, результати яких опубліковано у 3 наукових статтях у фахових виданнях України; у 1 статті у науковому виданні, індексованому у наукометричній базі даних Scopus; у наукових публікаціях апробаційного характеру (7 публікацій, в т.ч., 1 – в матеріалах міжнародної конференції, індексованих у наукометричній базі Scopus) та представлено на 8 наукових конференціях.

Оцінка наукової обґрунтованості теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Загальний обсяг дисертації складає 267 сторінок, включаючи 213 сторінок основного тексту, 40 таблиць, 59 рисунків, список використаних джерел з 103 найменувань та 3 додатки. Робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, наведено зв'язок роботи з науково-дослідною тематикою Національного транспортного університету, визначено мету і завдання дослідження. Сформульовано об'єкт та предмет дослідження, методи дослідження, наукову новизну, практичне значення отриманих результатів. Наведено відомості про опублікування результатів дослідження та їх апробацію.

У першому розділі «Теоретичні та методичні основи моніторингу технічного стану транспортних засобів» виконано аналіз методів і засобів отримання і обробки інформації в сучасних системах моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів. Виконано дослідження особливостей функціонування інформаційних систем моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів та визначено основні напрями їх удосконалення. Проведено класифікацію інтелектуальних діагностичних систем в управлінні технічним станом транспортних засобів та визначено завдання щодо удосконалення моніторингу процесів експлуатації використанням сучасних інформаційних систем.

За результатами першого розділу сформовано висновок про доцільність удосконалення моніторингу процесів експлуатації з метою забезпечення експлуатаційної ефективності ТЗ та керування відновленням їх працездатності інтеграцією інтелектуальних алгоритмів аналізу, експертних систем, нечіткої логіки та нейронних мереж у єдину гібридну інтелектуальну систему моніторингу, що дозволить створити вискоєфективний інструмент управління технічним станом та експлуатаційною ефективністю ТЗ.

У другому розділі «Розробка методів, моделей і алгоритмів формування та оцінювання систем моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів» на основі визначених вимог до систем моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів побудовано багаторівневу архітектуру інтелектуальної системи моніторингу з відображенням фізичного, комунікаційних, аналітичного рівнів і рівня прийняття рішення. Запропоновано метод систематизації та формування таких систем за варіантами реалізації морфологічних ознак засобів отримання і передачі інформації щодо операторів, технічного стану транспортних засобів, об'єктів перевезення та інфраструктурного середовища і засобів аналізу та використання інформації споживачем як основних функціональних елементів можливих морфологічних структур апаратного забезпечення систем моніторингу. З метою систематизації можливих схем структури апаратного забезпечення сформовано узагальнену морфологічну формулу комплексної

системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ. Удосконалено інформаційну модель комплексної системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ з врахуванням конфігурацій апаратного забезпечення та запропонованих інтелектуальних алгоритмів моніторингу і діагностування з можливостями прогнозування технічного стану транспортних засобів в умовах експлуатації. Представлено метод багатокритеріальної оцінки ефективності інформаційних систем моніторингу на основі окремих та інтегрального критеріїв, які визначають рівень цифрової зрілості досліджуваних систем.

У другому розділі автор використав системний підхід до формування та оцінювання ефективності структури апаратного забезпечення комплексної системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ, інтегрований в удосконалену інформаційну модель цієї системи. Таким чином, розроблені структура апаратного забезпечення та інформаційна модель дозволяють реалізовувати інтелектуальні алгоритми моніторингу процесів експлуатації ТЗ.

У третьому розділі «Експериментальне дослідження функціональних можливостей сучасних систем моніторингу та ідентифікація їх морфологічних структур» сформульовано мету, задачі, програму, об'єкти та методику експериментальних досліджень.

Основною метою експериментальних досліджень було визначення рівня функціональних можливостей шести дослідних систем моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів, зокрема, сканера-адаптера ELM 327, діагностичного приладу Launch, трекера Ruptela FM-Tco4 HCV / HCV 3G, тахографа VDO DTCO 3.0 1381, систем дистанційного моніторингу «ХНАДУ ТЕСА» та «CMV», з точки зору повноти реалізації процесів отримання, передачі, аналізу та використання інформації щодо операторів, легкових автомобілів і автопоїздів, об'єктів перевезення та інфраструктурного середовища. Зазначені засоби використано для моніторингу ТЗ Audi A6 C7 2.8 Quattro 7 S-tronic (DSG), IVECO CKC ID60C-01БП, LAND ROVER DISCOVERY SPORT 2019 2.0 D 9ZF, Mercedes-Benz Actros 3 1841 LS в умовах їх звичайної експлуатації.

Виконано ідентифікацію вказаних дослідних систем шляхом формування індивідуальних морфологічних формул з використанням розроблених підходів. Проведено порівняльну оцінку функціональних можливостей дослідних систем за 5 встановленими критеріями ефективності та визначено доцільні умови їх використання. Порівняльний аналіз функціональних можливостей показав, що різні апаратні засоби моніторингу суттєво відрізняються за рівнем функціонального покриття окремих складових інформаційної системи.

Точність експериментальних даних оцінено шляхом визначення середньоквадратичних абсолютних похибок, сумарних граничних похибок, відносних похибок, середньоквадратичних відхилень, які підтвердили достовірність проведених досліджень.

У четвертому розділі «Дослідження ефективності використання інформаційних систем моніторингу для удосконалення процесів експлуатації транспортних засобів» наведено результати оцінювання ефективності використання дослідних систем для удосконалення моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів на основі багатокритеріальної оцінки. Визначено ефективність дослідних систем моніторингу за окремими критеріями рівня інформаційної взаємодії з оператором, рівня контролю технічного стану транспортних засобів, рівня моніторингу стану транспортних об'єктів, рівня взаємодії з інфраструктурним середовищем і рівня аналітичної обробки та використання інформації, встановлено ієрархію їх цифрової зрілості за інтегральним критерієм. Виконано оцінку економічної ефективності використання дослідних систем для моніторингу автопоїздів в експлуатаційних умовах.

У цьому розділі автором розроблено системний алгоритм діагностування ТЗ (з прикладами реалізації за функціональними підсистемами ТЗ) та варіанти його реалізації для дослідних систем моніторингу, що мають велике практичне значення для експлуатації автомобілів.

Виконана оцінка економічної ефективності свідчить, що економічний ефект використання систем моніторингу залежить від рівня їх функціональної

ефективності, а термін їх окупності складає від 1 місяця до 1 року 7 місяців і залежить від вартості та експлуатаційних витрат під час використання систем.

На основі проведених досліджень автор сформулював загальні висновки щодо отриманих наукових і практичних результатів.

У **додатках** наведено множини функцій автоматизації, інформаційних елементів та завдань обробки даних в сфері застосування комплексної системи моніторингу, акти і довідки про впровадження результатів дисертаційного дослідження та список публікацій здобувача за темою дисертації із зазначенням особистого внеску.

Відповідно до змісту представленої роботи отримані в ній теоретичні та експериментальні результати дослідження є достатньою мірою науково обґрунтованими.

Оцінка значення отриманих результатів для теорії і практики.

Практичне значення одержаних результатів роботи складають:

- системний алгоритм формування, оцінювання та вибору інформаційних систем моніторингу процесів експлуатації ТЗ;
- морфологічні структури дослідних систем моніторингу, які поєднують різні варіанти 20 морфологічних ознак засобів отримання, передачі, аналізу та використання інформації;
- окремі графи моніторингу стану та режимів роботи оператора, моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, моніторингу параметрів об'єктів перевезень, моніторингу параметрів інфраструктурного середовища та загальний граф структури моделі системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ;
- алгоритми отримання, аналізу і використання отриманої інформації для діагностування та прогнозування технічного стану ТЗ, адаптовані для систем моніторингу різної конфігурації;
- методика оцінювання функціональної та економічної ефективності інформаційних систем моніторингу;

- кількісні значення окремих та інтегральних критеріїв оцінки функціональної ефективності досліджуваних конфігурацій систем моніторингу та економічних показників їх використання;
- рекомендації щодо доцільного використання досліджуваних конфігурацій системи моніторингу процесів експлуатації ТЗ.

Результати дисертаційної роботи прийняті до використання в Комунальному підприємстві «Київблагоустрій» виконавчого органу Київської міської ради (КМДА), «Комунальному підприємстві по утриманню зелених насаджень», ТОВ «АТП ЕЛІТ-ТАКСІ».

Матеріали роботи використовуються у освітньому процесі Національного транспортного університету при підготовці здобувачів освіти за спеціальностями 274 – Автомобільний транспорт, 183 – Технології захисту навколишнього середовища.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У дисертаційній роботі Навроцького Андрія Вікторовича «Удосконалення моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів використанням сучасних інформаційних систем» ознак академічного плагіату не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

Оцінюючи зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Навроцького Андрія Вікторовича, новизну представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, їхню наукову обґрунтованість, рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності є потреба зробити окремі зауваження та звернути увагу на дискусійні наукові положення дисертаційної роботи, що можуть бути предметом дискусії під час захисту, а саме:

1. Аналізуючи у п. 1.2.4 віддалені діагностичні системи, автор не розглянув такий важливий різновид, як спеціалізовані діагностичні системи, адаптовані під конкретні марки автомобілів, що мають значно більший функціонал, ніж описані системи на основі Launch. Крім того, не можна повністю відокремити Бортові системи (OBD) від систем на основі ELM327 або Launch, оскільки і ті, і ті використовують одне і те саме джерело даних - систему управління двигуном та автомобілем.

2. Не дуже зрозуміло, про які саме дані йде мова при фільтрації (п. 1.3.5, с.47). Це можуть бути безпосередньо отримані від датчиків дані або параметри, отримані від системи OBD.

3. У таблиці 1.5 (п. 1.4.5, с.56) виконано порівняльний аналіз розглянутих в розділі 1.4 методів інтелектуальної діагностики, однак, в таблиці відсутній аналіз методів нечіткої логіки (п. 1.4.2).

4. У таблиці 2.1 (п. 2.3.2, с.83) для ознак "Вид інформації" (1, 4, 6, 9, 13) доцільно було б передбачити комбінований варіант.

5. У п. 2.4.3 на с.101 вказано, що в удосконаленій системі КСМ було використано ті ж самі елементи, але з іншим призначенням, що і в базових системах «ХНАДУ-ТЕСА», «MSV» та «КТЗ-Інфраструктура». Однак, не вказано, які саме ці елементи і як було змінено їхнє призначення?

6. На с.129-130 (п. 3.3) автор описує адаптер OBD-II ELM327 зі зв'язком з інформаційним пристроєм за допомогою Bluetooth. А на рис. 3.1 представлено адаптер OBD-II з WiFi-зв'язком.

7. З таблиці 4.1 (п. 4.2, с.199) видно, що значення окремих критеріїв ефективності системи моніторингу є дискретними (0, 0,5, 1). Не обґрунтовано, чим визначена дана дискретність і чи можливо більш чітко кількісно (не дискретно) оцінити ці критерії, наприклад, з огляду на кількісні показники (кількість параметрів) відповідно до даних розділів 2, 3?

8. У роботі окрім системи CMV зустрічається також система MSV (с. 93, 100) з посиланням на тих же розробників. Не зовсім зрозуміло, мова йде про одну й ту ж саму систему, чи різні?

9. В роботі доцільно було б привести конкретні приклади використання інформації від системи КСМ відповідно до функціональної ознаки 20 (табл.2.1) або вихідних результатів роботи КСМ (рис. 4.2).

10. У роботі зустрічаються технічні помилки, зокрема, посилання [552] (с.72), [105] (с. 217), "можливихваріантів" (с.80), "відповідними засоби отримання" (с.97), "[10, !9, 20, 62]" (с.130), дуже дрібний шрифт на рис. 3.16, 3.17 (с.148), незрозумілі аббревіатури «DFD» (с. 90), "ЕУ" (с.161-162).

Наведені зауваження по роботі в цілому носять рекомендаційний характер та не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати дослідження, які апробовані та впроваджені.

Висновки.

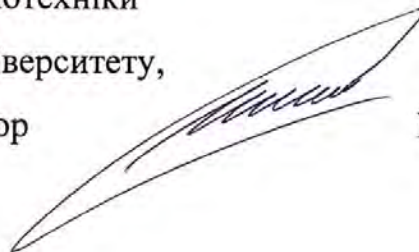
На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Навроцького Андрія Вікторовича на тему «Удосконалення моніторингу процесів експлуатації транспортних засобів використанням сучасних інформаційних систем» є самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності сприяють вирішенню актуальної науково-технічної задачі забезпечення експлуатаційної ефективності ТЗ та адаптивного керування відновленням їх працездатності.

За змістом та якістю методології теоретичних та експериментальних досліджень і отриманих результатів дисертаційна робота відповідає рівню дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та науково-дослідній програмі дисертаційних досліджень освітньо-наукової програми «Автомобільні транспортні засоби» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» у Національному транспортному університеті.

Дисертація відповідає «Вимогам до оформлення дисертації», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р. (zareestrovanim в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2017 р. за № 155/30023).

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обґрунтованих принципових наукових положень, використаних сучасних методів наукових досліджень та підтвердженої значимості, дисертаційна робота та представлені до розгляду публікації, задовольняють вимогам п.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, а їх автор, Навроцький Андрій Вікторович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Рецензент,
завідувач кафедри двигунів і теплотехніки
Національного транспортного університету,
кандидат технічних наук, професор



Микола ЦЮМАН

