

Вченому секретареві
спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04
Українського державного університету
залізничного транспорту

61050, м. Харків, майдан Фейербаха, 7.

Відгук

на дисертаційну роботу Гаєвського Віталія Вікторовича
на тему «Удосконалення технічної експлуатації систем
мікропроцесорної централізації на основі оперативної ідентифікації та
локалізації порушень», представлену на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

1. Актуальність теми дослідження та зв'язок з науковими планами і програмами

1.1. Вимоги до систем мікропроцесорної централізації (СМЦ) визначаються стандартами, відповідними кількісними та якісними показниками. У подальшій експлуатації їх оцінка не завжди виконується і порівнюється з вимогами та проектними значеннями, незважаючи на те, що з часом змінюються, як правило, погіршуються характеристики безвідмовності, ремонтпридатності, безпечності, та ін. Це стосуються, зокрема, показників повноти і достовірності контролю і діагностування, детектування та локалізації різноманітних порушень у роботі СМЦ.

Зважаючи на важливість СМЦ як об'єктів регулювання вимог, оцінювання і забезпечення надійності та функційної безпечності актуальним є питання удосконалення системи технічної експлуатації СМЦ, шляхом розроблення та удосконалення методів оперативної локалізації небезпечних подій з подальшим формуванням альтернативних сценаріїв роботи та реалізації раціональних варіантів відновлення. Важливо оперативно визначати та ураховувати оцінки показників виникнення небезпечних ситуацій, блокування можливих варіантів їх негативного розвитку та можливістю автоматичного надання рекомендацій експлуатаційному персоналу.

1.2. Відзначимо, що сучасні наукові розробки, не зважаючи на значну кількість дослідників і публікацій, не розв'язують означені завдання у повному обсязі. Крім того, є суттєва специфіка і обмеження СМЦ з точки зору контролю,

засобів резервування і відновлення працездатності, а також процесів людино-машинної взаємодії, впливу помилок експлуатаційного персоналу. У зв'язку з цим тема дисертації і науково-прикладна задача удосконалення технічної експлуатації СМЦ шляхом оперативного виявлення порушень і відновлення працездатності є, безумовно, актуальними.

1.3. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані згідно з «Транспортною стратегією України на період до 2030 року», яку затверджено рішенням КМУ від 30.05.2018 р. №430-р., а також науково-дослідницької роботи: «Формування теоретичних засад підвищення ефективності використання інформаційно – керуючих систем на залізничному транспорті» №23/1-2016 (ДР № 0116U000787, інв. № 0218U000504; інв. № 0718U00051), у якій автор приймав безпосередню участь як виконавець.

2. Оцінка змісту дисертації та автореферату

2.1. Дисертація складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг тексту дисертації 214 сторінок, з яких обсяг основного тексту складає 168 сторінок, 45 рисунків за текстом, з яких 5 рисунків на окремих сторінках, 11 таблиць, список використаних джерел із 152 найменувань і 4 додатків. Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації та авторефераті відповідають діючим вимогам МОН України.

2.2. У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, загальне та часткові завдання дослідження, викладено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів. У *першому розділі* наведено результати дослідження причин та наслідків порушень в роботі систем залізничної автоматики, зокрема СМЦ, аналізу їх станів й можливості виконувати визначені функції.

Проведено детальний аналіз предметній області, наукових джерел. Визначено, що у них вирішуються окремі питання оцінювання технічного стану СМЦ, але відомі методи і моделі не забезпечують поточної оцінки їх показників у процесі функціонування, комплексний підхід до оцінювання технічного стану впродовж ході експлуатації. За результатами аналізу сформульовано мету та завдання дисертації, які передбачають розроблення методів і моделей, що забезпечують виявлення порушень в технічній експлуатації систем мікропроцесорної централізації, як сукупність можливих змін в апаратній частині, прикладному програмному забезпеченні (ППЗ) і при виконанні технічного обслуговування.

Зауваження: представлення показників СМЦ, а також формулювання

задач досліджень, яке надано у загальному вигляді, стор. 50-51, не досить зрозуміло, оскільки не трасується далі в дисертації.

2.3 У *другому розділі* проведено розробку та удосконалення методів і моделей оперативної ідентифікації, оцінювання та локалізації небезпечних станів СМЦ. Зокрема, удосконалено модель визначення небезпечного стану процесу технічної експлуатації СМЦ, яка забезпечує оперативне виявлення небезпечних станів і забезпечує дотримання безпечної процедури роботи людино-машинної системи при нештатних ситуаціях. Автор також розробив процедури оцінювання технічного стану СМЦ за умов існуючих обмежень у статистичних даних про пошкодження. Вони дозволяють визначити ймовірності прояву пошкодження або іншого дефекту електронного обладнання та звести процедуру оцінювання до ймовірнісної оцінки порушення цілісності класу еквівалентності контролерів певного типу за структурно-функціональною ознакою.

Обґрунтовано і розроблено моделі безпечності та надійності прикладного програмного забезпечення (ППЗ) СМЦ та оперативного визначення показників безпеки при описі поїзних та маневрових маршрутів на основі структурних функцій, що описують логіку роботи систем централізації і надають змогу в режимі реального часу оцінювати рівень небезпеки для конкретного маршруту на основі статистичних даних про параметри відмов об'єктів керування.

Зауваження: опис методів, стор. 66-72 дещо узагальнений і потребує деталізації.

2.3. *Третій розділ* присвячено розробленню моделі та процедури інтерактивної взаємодії персоналу і програмно-технічних засобів при комплексній оцінці їх безпечної експлуатації. Це забезпечує розширення функційних можливостей та підвищення функційної безпечності СМЦ за рахунок ідентифікації та наступного блокування небезпеки. Автор обґрунтував блок-схему реалізації інтерактивної взаємодії з можливістю аналізу і контролю дій персоналу та можливістю коригувати роботу при неякісному обслуговуванні або недостатньому підтвердженні виконання регламентних дій. Крім того, досліджено структури СМЦ на основі теорії графів з використанням матриць суміжності та матриці відстані. Це надало змогу визначити найбільш навантажені елементи структури в процесі технічної експлуатації та оперативно вжити заходів щодо забезпечення живучості системи.

Зауваження: метод оцінювання структур СМЦ (за показниками структурної зв'язаності та живучості) ілюструється прикладом на рис.3.12 і далі, стор.121, але не порівнюється з відомими. Описаний підхід є класичним, тож необхідно надати більш детальний аналіз аспектів його наукової новизни.

2.5. *Четвертий розділ* надає результати практичного використання розроблених методів і моделей. Крім того, досліджено показники функційної

безпеки компонентів станційних систем з урахуванням мінливості інтенсивності відмов у процесі експлуатації. Важливо з практичної точки зору, що забезпечена можливість визначення інтенсивності небезпечних відмов не тільки для СМЦ та її окремих вузлів, а і для схем керування елементами топологічного розвитку станції, що безпосередньо беруть участь у формуванні та реалізації станційних маршрутів. Сформовано функціонал надійності або безпеки, що дозволяє прогнозувати стан СМЦ, отримано і досліджено моделі за допомогою пакета MATLAB 6.0. Що важливо, визначено економічну доцільність впровадження інноваційних методів ідентифікації та локалізації небезпек СМЦ.

Загальні висновки фіксують нові наукові результати, їх теоретичне та практичне значення.

Зауваження: Більш детальне пояснення потребують з точки зору наукової новизни моделі, які ілюструються рис.4.1, 4.3. Крім того не вистачає узагальнюючої таблиці результатів дуже потужного впровадження результатів.

2.6. Зміст автореферату та дисертації ідентичний, її основні положення, результати та висновки повністю відображені у авторефераті.

3. Ступінь обґрунтування наукових положень і висновків

3.1. Отримані автором положення, висновки, результати досліджень за дисертацією, є обґрунтованими, що обумовлено коректністю постановки й розв'язання поставлених завдань. Також це підтверджено логічною та послідовною структурою наукового дослідження з подальшим експериментальним підтвердженням отриманих теоретичних даних та коректним застосуванням методів дослідження. Класичний математичний апарат і сучасний інструментарій моделювання використовується в цілому коректно. Автор обґрунтовує основні припущення, значення вхідних параметрів та отримані теоретичні та експериментальні результати.

3.2. Достовірність наукових положень підтверджується позитивними результатами опрацювання моделей і методів на реальних СМЦ та результатами їх практичного впровадження. Слід підкреслити також, що адекватність і достовірність розроблених моделей підтверджується шляхом тестування з подальшим порівнянням еталонних і фактичних результатів її функціонування, а саме результатами експлуатаційних випробувань СМЦ «Залізничавтоматика».

4. Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

4.1. Автором отримано наступні нові наукові результати і положення:
вперше:

- розроблено метод забезпечення функційної безпечності системи мікропроцесорної централізації, який базується на ідентифікації змін у параметрах і процедурах їх функціонування і дає змогу локалізувати небезпечні стани критичних об'єктів станційної інфраструктури та оцінити ризики втрат відповідно до можливого сценарію розвитку небезпечної ситуації;

- розроблено метод інтерактивної взаємодії персоналу і програмно-технічних засобів, який базується на ідентифікації та наступному блокуванні небезпеки внаслідок можливих помилок або неприпустимих дій, що забезпечує підвищення функційної безпечності систем мікропроцесорної централізації;

удосконалено:

- метод оцінювання технічних систем мікропроцесорної централізації за умов існуючих обмежень у статистичних даних про пошкодження, які, на відміну від відомих, базуються на аналізі порушення цілісності класу еквівалентності контролерів певного типу за структурно-функціональною ознакою, ураховує мінливість інтенсивності відмов і надає змогу визначити ймовірності прояву дефектів електронного обладнання;

- модель для оперативного визначення показників безпеки при завданні поїздних та маневрових маршрутів, яка на відміну від відомих базується на структурних функціях, що описують логіку роботи систем централізації, і надає змогу в режимі реального часу оцінювати рівень безпеки/небезпеки для конкретного маршруту на основі статистичних даних про параметри відмов об'єктів керування, які входять до нього;

дістав подальшого розвитку:

- метод оцінювання структур систем мікропроцесорних централізації з використанням матриць суміжності та матриці відстані, який на відміну від відомих дозволяє визначити найбільш навантажені елементи структури в процесі технічної експлуатації та оперативно вжити заходи по забезпеченню працездатності системи при пошкодженні її окремих елементів.

4.2. Формулювання наукової новизни і нових наукових положень в цілому збігаються з авторським, але вони дещо узагальнені і відкориговані. Означені результати є певним внеском в розроблення методів забезпечення надійності та функційної безпечності критичних цифрових систем, зокрема, систем залізничної автоматики.

5. Практичне значення результатів роботи

5.1. Дисертаційна робота має безсумнівну практичну значущість. Комплекс розроблених методів ідентифікації та локалізації небезпечних подій з урахуванням інших можливих порушень, які в сукупності з виявленими можуть

привести до небезпечних наслідків застосований при розробці проектно-кошторисної документації та реалізації проектів для КП «Київський метрополітен», ТОВ «КИЇВМЕТРОПРОЕКТ», АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» та ТОВ «НВО «Залізничавтоматика».

5.2. Результати теоретичних та практичних досліджень використовуються як елемент застосування інформаційно-комунікаційних технологій при проведенні навчальної, виробничої та переддипломної практики студентів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти за спеціальностями 123 «Комп'ютерна інженерія», 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 273 «Залізничний транспорт» у дистанційному режимі.

6. Аналіз публікацій та апробацій

6.1. Відповідно до теми дисертації опубліковано 17 наукових праць, з яких сім статей у фахових наукових виданнях, затверджених МОН України (три з них включено до міжнародних наукометричних баз, у тому числі дві – до бази Scopus), десять праць апробаційного характеру. Наведений перелік публікацій та їх зміст повністю відповідають темі дисертації і в достатньому обсязі відображають основні положення і наукові результати, що отримано в дисертації.

6.2. Результати дисертації доповідались та обговорювались впродовж 2016-2020 рр. майже на двадцяти регіональних, національних і міжнародних конференціях і наукових семінарах (включаючи Міжгалузевий НТС «Критичні комп'ютерні технології та системи», на базі кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету «ХАІ»), розширеному засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного університету залізничного транспорту.

7. Зауваження до роботи

7.1. Частина зауважень надана вище при аналізі розділів роботи та наукової новизни. Крім того, за текстом дисертації і автореферату є наступні зауваження:

- дисертантом сформульовано 7 нових наукових результатів, частина з яких може бути об'єднано (див. п.4). Зокрема, автор формулює результат: «розроблено метод та процедуру інтерактивної взаємодії персоналу і програмно-технічних засобів, яка забезпечує розширення функційних можливостей та підвищення функційної безпечності систем мікропроцесорної централізації за

рахунок ідентифікації та наступного блокування небезпеки». Але не зрозуміло, чому використовуються разом терміни «метод» і «процедура». Зазвичай процедура є частиною методу;

- є певні термінологічні недоліки. Вони пов'язані, зокрема, з використанням термінів «функційна безпечність», «марковський аналіз» тощо. Серед ключових слів в анотації використано термін «безпека функціонування» замість «функційна безпечність». Відповідно до стандарту ІЕС61508, введеного в Україні, має бути саме «функційна безпечність» (англійською «safety»). Автор використовує різні варіанти термінів: безпечність технічної експлуатації СМЦ, безпека процесів технічної експлуатації СМЦ, безпека функціонування тощо, як синоніми функційної безпечності. Слід також більш чітко визначити поняття «порушення» СМЦ як узагальнюючого для несправності, відмови, успішної атаки на вразливість тощо;

- список посилань достатньо великий і включає 152 джерела, але він не є збалансований. Автор включив дуже багато посилань, пов'язаних з технічною документацією, монографій достатньо відомих, але автори яких видали вже більш сучасні праці. Є 5 посилань на пакет Maple, хоча використовується Matlab, на який надано одне посилання. Крім того, не включено посилань, пов'язаних з безпечністю інформаційно-керуючих систем атомних станцій (систем аварійного захисту реакторів), тобто з галузі, де напрацьовано значний досвід щодо регулювання, оцінювання і забезпечення функційної безпеки;

- є деякі стилістичні і орфографічні вади. Це стосується, наприклад, відмінків прізвищ науковців тощо. Крім того, є невизначені елементи формул (формула (2.3), $k = 1,4?$, стор. 64) та певна неакуратність в їх пунктуації.

7.2. Визначені недоліки і зауваження не впливають на позитивний висновок і не знижують цінність одержаних автором наукових та прикладних результатів дисертаційної роботи.

8. Висновки

8.1. Дисертація Гаєвського Віталія Вікторовича є завершеною кваліфікаційною працею, в якій отримано нові наукові і практичні результати і яка розв'язує важливу науково-прикладну задачу розроблення методів і засобів підвищення надійності і функційної безпечності систем мікропроцесорної централізації в процесі експлуатації шляхом оперативного виявлення, ідентифікації та відновлення при порушеннях.

8.2. За актуальністю, науковим рівнем, практичною цінністю та впровадженням результатів дослідження дисертаційна робота на тему «Удосконалення технічної експлуатації систем мікропроцесорної централізації на

основі оперативної ідентифікації та локалізації порушень» відповідає п. 9, п.11 Порядку присудження наукових ступенів, що затверджений постановою КМУ № 567 від 24 липня 2013 року (зі змінами), а її автор – Гаєвський Віталій Вікторович – заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
лауреат Державної премії України у галузі науки і техніки,
заслужений винахідник України,
доктор технічних наук, професор
завідувач комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки
Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут» В. С. Харченко

8 квітня 2021 р.

Підпис професора Харченка Вячеслава Сергійовича засвідчую.
Вчений секретар Вченої ради Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
кандидат філософських наук, доцент С. Є. Чмихун



Відгук надійшов до мене вченої
ради №64.810.04 08 квітня 2021 р.
В.о. вченого секретаря
вченої ради №64.810.04

