

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу Нечипорук Олени Петрівни «Інформаційна технологія діагностування багаторівневих технічних систем», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології»

Актуальність теми дисертаційної роботи. Різноманітність складних багаторівневих ієрархічних технічних та організаційних систем і незліченна кількість виконуваних ними функцій зумовлюють складність формального подання задач їх діагностування. Проблема діагностування та ідентифікації стану багаторівневих систем, зокрема, настання та виявлення прихованих несправностей, що призводять до невизначеностей стану різного характеру в технічних об'єктах на момент їх діагностування та призводять до накладання наслідків на контрольовані параметри, в останні роки набуває все більшої актуальності та досліджується багатьма науковцями, проте й досі є не вирішеною. Зростання розмірності та структурної складності технічних систем випереджає можливості активно використовуваних методів їх діагностування та підтримки у робочому стані шляхом своєчасного виявлення несправностей. Необхідно розробити нові ефективні моделі для вирішення завдань діагностики технічних об'єктів, що складаються з кількох сотень, і, навіть, тисяч одиниць, автоматизувати процедури побудови оптимальних стратегій діагностування технічного стану та прогнозування поведінки складних сучасних технічних систем. Напрямок досліджень, орієнтований на створення інформаційних технологій діагностування складних технічних систем з багаторівневою структурою, є актуальним і необхідним як в теоретичному, так і прикладному аспектах. Це також підтверджується представленням напрямку на міжнародних наукових конференціях, конгресах та симпозіумах в Україні та за кордоном, і низкою держбюджетних та госпдоговірних тем, в рамках яких виконана дисертаційна робота.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій. Автором виконано ґрунтовний аналіз сучасних методів, алгоритмів та засобів опрацювання діагностичної інформації, побудови моделей діагностування та алгоритмів виведення рішень на основі даних моделей. За результатами поданого аналізу виділено переваги та недоліки відомих методів, обґрунтовано висновок про доцільність розроблення нових методів та засобів діагностування багаторівневих технічних систем. На основі цього аналізу обґрунтовано мету і завдання роботи, виділені об'єкт та предмет дослідження. Основні припущення, покладені в основу теоретичних досліджень, є коректними. Наукові результати отримані на основі апробованого математичного апарату і не суперечать відомим уявленням теорії. Подальша практична перевірка теоретичних результатів продемонструвала

високий ступінь їх адекватності в обраному класі задач. Результати опубліковані у фахових виданнях і мають низку актів впровадження у державних установах та навчальному закладі України.

Зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у рамках науково-дослідних держбюджетних робіт, які проводилися у Національному авіаційному університеті: №782-ДБ12 «Розробка моделюючої системи польоту БПЛА у комбінованому режимі» (номер держреєстрації 0112U002051); №901-X13 «Розробка програмного забезпечення «Програмне забезпечення комплексу завдань «Параметрична діагностика»; №93/09.01.05 «Моделі та методи визначення показників функціонування телекомунікаційних систем»; №62/09.02.02 «Дослідження засобів аналізу та оптимізації роботи комп'ютерних мереж вузівського масштабу»; №71/09.02.02 «Теоретичні та практичні аспекти впровадження мережевих 3D-технологій у навчальному процесі».

Достовірність отриманих результатів. Достовірність викладених в дисертації основних наукових положень, висновків і результатів, отриманих здобувачем, забезпечується коректними постановками розв'язуваних у роботі задач та подальшим їх теоретичним аналізом, висновки якого узгоджуються з одержаними практичними результатами. Достовірність отриманих результатів також підтверджується узгодженістю теоретичних положень з практичними даними, належною апробацією на міжнародних конференціях, а також впровадженням результатів дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності й оформлення. Структура дисертації відповідає дійсним вимогам. Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел після кожного розділу та додатків.

У вступі виконано обґрунтування актуальності теми досліджень; наведений зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульована мета і основні завдання досліджень; наведена наукова новизна і практичне значення отриманих результатів; описаний особистий внесок здобувача; надані дані про апробацію, публікації та впровадження результатів.

У першому розділі наведений стислий огляд основних наукових праць, що стосуються тематики дисертаційної роботи, виконано аналіз сучасних технологій діагностування складних технічних систем. Визначено методи формалізації та описано проблеми дослідження складних систем. Наведено найбільш поширену класифікацію методів формалізованого представлення складних систем. Описано переваги систем експертної діагностики.

У другому розділі запропоновано логічні моделі, які дозволяють визначати комбінації прихованих несправностей з урахуванням накладання їх наслідків у багаторівневих технічних об'єктах діагностики. Також запропоновано метод, що передбачає перетворення даних моделей до комбінаторних форм, які дозволяють використовувати для ідентифікації комбінацій несправностей алгоритми послідовного аналізу і відсіювання варіантів, що є альтернативою громіздким традицій-

ним процедурам логічного виводу.

Третій розділ містить метод перетворення комбінаторних моделей до канонічного виду, а також наведені алгоритми ідентифікації комбінацій несправностей у багаторівневих технічних об'єктах.

У четвертому розділі запропоновано інформаційну технологію діагностування багаторівневих технічних систем, інваріантну щодо їх фізичної природи, структури та технічних параметрів, яка здатна ідентифікувати комбінації несправностей в умовах накладання наслідків впливу кожної з них на значення характеристик стану (контрольованих параметрів) системи.

У п'ятому розділі наведено результати експериментального дослідження запропонованого методу визначення комбінацій прихованих несправностей. Для впровадження результатів роботи обрано газотранспортну галузь. Відповідно описано побудовані експериментальні моделі діагностування газотранспортної системи України в цілому та її складових частин на всіх рівнях.

У висновках наведений стислий опис отриманих теоретичних і прикладних результатів, із чисельними оцінками виграшу у порівнянні з відомими методами.

У додатки винесені акти впровадження результатів досліджень, плани проведення експериментів та свідоцтва про авторське право на комп'ютерні програми.

Всі положення, що винесені на захист, мають належне викладення в тексті дисертаційної роботи. Робота написана та оформлена відповідно до дійсних нормативних документів.

Наукова новизна результатів дисертації. Аналіз дисертаційної роботи дозволяє зробити висновок, що здобувачем у процесі досліджень отримані такі нові наукові результати.

а) Вперше:

– розроблено метод діагностування багаторівневих технічних об'єктів, який дозволяє ідентифікувати комбінації прихованих несправностей в умовах накладання наслідків кожної з них на значення контрольованих параметрів, що дозволяє скоротити час приведення об'єкта до робочого стану.

– розроблено узагальнену та окремі логічні моделі діагностування технічних об'єктів з багаторівневою структурою, які відображають причинно-наслідкові залежності між типовими комбінаціями несправностей та змінами значень контрольованих параметрів, що дозволяє скоротити час діагностування в окремих практичних випадках.

– розроблено метод перетворення логічних діагностичних моделей до комбінаторних форм, які зводяться до канонічного виду систем нерівностей лінійної та нелінійної структури з булевими змінними, що дозволяє використовувати для розв'язання задач діагностування складних технічних об'єктів з комбінаціями прихованих несправностей ефективні алгоритми послідовного аналізу і відсіювання варіантів.

– розроблено інформаційну технологію діагностування багаторівневих технічних об'єктів, інваріантну щодо їх фізичної природи, структури та технічних

параметрів, яка здатна ідентифікувати комбінації прихованих несправностей в умовах накладання наслідків впливу кожної з них на значення характеристик стану об'єкту.

б) Удосконалено і отримав подальший розвиток:

– метод послідовного аналізу і відсіювання варіантів, який адаптований до структури моделей реальних задач діагностування, що дозволяє скоротити час отримання шуканого рішення.

Теоретичне та практичне значення роботи. В результаті виконаного дисертаційного дослідження розроблено експертну систему діагностування багаторівневих технічних об'єктів, здатну ідентифікувати комбінації прихованих несправностей з урахуванням накладання їх наслідків. Розроблено експериментальну логічну модель діагностування газотранспортної системи України як багаторівневого технічного об'єкта з урахуванням всіх її складових частин, яка дозволяє виявляти комбінації прихованих несправностей, і, як наслідок, приводить до зменшення аварійних остановів системи. Удосконалено моделі діагностування турбореактивних двоконтурних двигунів як складової частини газотранспортної системи, що дозволило скоротити процес діагностування та термін ліквідації наслідків несправностей у системі. Практична значущість додатково підкреслюється низкою актів впровадження у державних установах та навчальному закладі України.

Повнота викладу основних результатів у наукових виданнях та апробація. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 50 наукових працях, у тому числі: 2 монографії, 28 наукових статей у наукових журналах та збірниках наукових праць, з яких 3 наукові статі у виданнях, що входять до міжнародної бази даних Scopus, 11 наукових статей у наукових виданнях, що входять до інших міжнародних наукометричних баз даних, 14 наукових статей у вітчизняних фахових наукових журналах та збірниках наукових праць, а також 20 матеріалів та тез доповідей міжнародних конференцій.

Відповідність дисертації встановленим вимогам. При загальній оцінці дисертаційної роботи слід зазначити, що вона є завершеним і цілісним дослідженням з чіткою структурою і логічним викладом матеріалу, узагальнює дослідження автора, написана сучасною науково-технічною мовою. Оформлення дисертації проведено згідно з дійсними вимогами щодо докторських дисертацій. Стиль викладу результатів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність її сприйняття.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації. Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам. Зміст автореферату повністю розкриває зміст основних наукових положень дисертаційної роботи.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації. Отримані автором методи і алгоритми доцільно використати у відповідних установах при розробці систем діагностування багаторівневих технічних об'єктів. Теоретичні результати, отримані при проведенні досліджень, доцільно застосувати в профіль-

них науково-дослідних і навчальних закладах України.

Зауваження по дисертаційній роботі.

1. Будь яка технологія це сукупність пов'язаних технологічних операцій. На жаль в роботі не визначені технологічні операції інформаційної технології діагностування багаторівневих технічних об'єктів та які результати і в якому вигляді отримуються в при обробці вхідних даних цією технологією.

2. В роботі розглядається діагностування багаторівневих технічних об'єктів, але зовсім не розглядається архітектура інформаційної системи діагностування багаторівневих технічних об'єктів.

3. Змістовна тотожність логічних моделей діагностування [формули (2.6) в дисертації і (3) в авторефераті] і відповідних алгебраїчних систем [формули (2.9) в дисертації і (6) в авторефераті] не викликає сумнівів. Але теоретична значимість дисертації зростає би, якщо авторка довела би цю тотожність на математичному рівні. Це дало би змогу розповсюдити запропонований підхід на інші задачі виведення рішень на основі логічних моделей, а також удосконалити методи автоматичного доведення теорем.

4. Викликають заперечення деякі висловлювання методологічного характеру, наведені у пункті 1.1 дисертації. Наприклад, «Систему будемо розглядати як модель об'єкта системного дослідження». Скоріше навпаки: згідно положень системного підходу об'єкт моделювання розглядається як система зі всіма притаманними системі властивостями – цілісністю, наявністю структури, взаємодією з зовнішнім середовищем тощо. Або інше: «Система – упорядкована множина структурно взаємопов'язаних і функціонально взаємозалежних елементів. Складна система – упорядкована множина структурно взаємопов'язаних і функціонально взаємозалежних систем». Ці твердження виглядають дивно, оскільки, як відомо, система – поняття відносне. Будь-яка система складається з елементів, але одночасно сама є елементом системи більш високого ієрархічного рівня.

5. Об'єктом впровадження результатів дослідження авторка дисертації обрала газотранспортні системи. На жаль, поза увагою залишилася більш близька до даної спеціальності, але не менш актуальна проблема діагностування комплексів технічних засобів інформаційних систем та мереж.

6. Малюнки 2.1, 2.2, 3.1 в дисертації та 1, 2, 3 в авторефераті надмірно громіздкі й тому малоінформативні і складні для розуміння. Більшою мірою вони призначені для мультимедійної презентації, ніж для тексту наукової праці.

7. Незрозумілі формули в дисертації: на стор. 154 – нижня, на стор. 155 – друга знизу, на стор. 158 – друга зверху, 174 – верхня.

8. У деяких формулах для позначення операцій диз'юнкції (наприклад, в авторефераті на стор. 9 та 10) та об'єднання множин авторка застосовує літери Y та U , тоді як для цього існують відомі символи \vee та \cup .

9. У тексті дисертації зустрічаються деякі стилістичні похибки.

Вказані недоліки загалом неістотно впливають на позитивну оцінку дисертаційного дослідження.

Загальні висновки по дисертаційній роботі. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.13.06 – «Інформаційні технології». Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням і містить нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу науково-прикладну проблему підвищення достовірності ідентифікації прихованих несправностей у багаторівневих технічних системах в умовах накладання їх наслідків на контрольовані параметри.

Автореферат оформлений згідно діючих вимог, що висуваються до докторських дисертацій, повністю розкриває сутність дисертації та коректно описує одержані наукові результати та висновки у роботі.

Вважаю, що дисертаційна робота Нечипорук Олени Петрівни «Інформаційна технологія діагностування багаторівневих технічних систем» відповідає вимогам Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. №567 (із відповідними змінами), а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – «Інформаційні технології».

Офіційний опонент

заступник директора з наукової роботи
Інституту проблем реєстрації інформації
Національної академії наук України,
доктор технічних наук, професор



Г. Додонов