

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Сокола Дмитра Вадимовича

на тему «Моделі та методи раціонального управління працездатністю
вихрового енергороздільника»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
за спеціальністю 173 Авіоніка

Актуальність теми дослідження

З приходом у сучасний світ систем автоматичного управління підвищилися ефективність, швидкодія та точність виконання різноманітних завдань, збільшилася продуктивність. Водночас знизилися ризики, пов'язані з людським фактором, особливо у такій критичній сфері, як авіація. Автоматичні системи мають здатність адаптуватися до умов, що змінюються, що підвищує їх гнучкість і застосовність в деяких ситуаціях.

Однак варто відзначити, що ефективність системи автоматичного керування залежить від правильного налаштування, обслуговування та оновлень відповідно до умов, що змінюються.

За час своєї експлуатації система автоматичного управління піддається безлічі дестабілізуючих впливів. Такі ситуації, як правило, призводять до різних відхилень у роботі системи і потребуються негайного втручання. Застосування системи автоматичного управління виключає сценарії позаштатних ситуацій, обумовлених виникненням помилок з боку оператора, оскільки йому необхідно в обмежений час і в умовах стресу оцінити ситуацію і прийняти єдине правильне рішення. У зв'язку з цим виникає необхідність моделювання сценаріїв нештатних ситуацій.

Нештатні ситуації виникають випадковим чином, при цьому реакція системи на відповідні дестабілізуючі впливи може реєструватися за наявності різноманітних вимірювальних пристроїв. І тоді для забезпечення обробки та аналізу цього постійно змінного об'єму даних застосовуються відповідні алгоритми програмного забезпечення. За наявності достатньої кількості ресурсів для вирішення подібних задач застосовуються типи штучного інтелекту (зазвичай машинне та глибоке навчання). Використовуючи базу даних про стан системи управління, визначається рішення, що вважається найбільш ефективним для конкретної нештатної ситуації.

Проте таке рішення не завжди є універсальним для всіх типів задач. Задача роботи із нештатними ситуаціями може потребувати іншого інструмента через обмеження: нестача даних, складність інтерпретації, змінна природа даних,

обчислювальні ресурси, якість даних. Окрім цього алгоритм повинен враховувати невизначеності у роботі системи пов'язані із нелінійністю її функціональних компонентів. Спрощення їх математичного опису призводить до додаткових втрат інформації про працездатність усієї системи управління та даних, необхідних для формування алгоритмів відновлення номінального режиму функціонування.

Ключовим завданням також є правильне відпрацювання нештатної ситуації. Адже задача полягає в тому, щоб відновити працездатність системи, використовуючи наявні ресурси. Однозначне застосування резервним компонентів не є доцільним рішенням, хоча й надійним у більшості випадків для однієї конкретної нештатної ситуації. Проте за суттєвий час експлуатації система піддається багатьом дестабілізуючим впливам, тож використання резервним компонентів не має бути провідним рішенням.

У дисертаційному дослідженні пропонується альтернативний класичному штучному інтелекту підхід у вигляді раціональної системи управління. Її перевага полягає у врахуванні інформації не лише про нештатні ситуації, а й про наявні ресурси відновлення працездатності, а також – особливості математичного опису об'єкта автоматичного управління.

У зв'язку з цим, актуальність обраної теми не викликає сумнівів, мету та задачі роботи сформульовано відповідно до теми дисертації.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

В роботі використанні структурні та параметричні особливості нештатного функціонування вихрового енергороздільника задля розроблення лінійних діагностичних моделей вихрового енергороздільника як об'єкта раціонального управління, що дало можливість аналітично сформувати алгоритми раціонального управління.

З метою підвищення адекватності лінійного математичного опису вихрового енергороздільника вдосконалено метод структурно-параметричної ідентифікації за його експериментальними частотними характеристиками.

В роботі отримав подальший розвиток метод формування алгоритмів діагностування вихрового енергороздільника як об'єкта раціонального управління, що дозволяє спростити структуру алгоритмічного забезпечення процесу раціонального управління за рахунок використання фрагментарних лінійних діагностичних моделей.

Завдяки конкретизації використання функціональних діагностичних моделей і засобів парирування дестабілізуючих впливів отримав подальший розвиток метод формування алгоритмів відновлення працездатності

функціональних елементів об'єкта раціонального управління, що дозволяє розробляти ефективні алгоритми відновлення їх працездатності.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Практична цінність отриманих результатів

Результати дисертаційної роботи утворюють теоретичну основу для розробки раціональної системи управління при створенні бортових систем різного призначення. Перспективним вбачається застосування отриманих результатів в задачах відмовостійкості не лише для БПЛА, а й для наземних та підводних рухомих об'єктів.

Основним теоретичним результатом дисертаційного дослідження, який має практичне значення, є формування лінійних діагностичних моделей об'єкта раціонального управління, що дає змогу отримувати завершені алгоритми діагностування та відновлення працездатності різноманітних систем автоматичного управління з урахуванням невизначеностей математичної моделі об'єктів управління та дестабілізуючих впливів.

Результати дисертаційної роботи використані в діяльності ДНВП «Об'єднання Комунар» та ТОВ «ЄС Інжиніринг», що підтверджено відповідними актами впровадження.

Практичну цінність роботи також підтверджено застосуванням отриманих результатів при виконанні науково-дослідних робіт за держбюджетною темою «Раціональне управління функціонуванням технічних систем з невизначеною динамікою» (ДР №0121U108867) на кафедрі систем управління літальних апаратів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Оформлення дисертаційної роботи, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу результатів в опублікованих працях

Дисертаційна робота (загальним обсягом 210 сторінок) містить анотації української та англійської мовами, вступ, п'ять розділів, список використаних джерел, висновки та додатки.

Слід зазначити, що висновки за розділами сформульовані не як анотації, а як наукові положення, що дозволяють оцінити особистий внесок автора, ступінь новизни та значимість отриманих результатів.

Ознайомившись з дисертаційною роботою та науковими працями здобувача, можу зробити висновок щодо наявності повноти публікацій наукових результатів у регламентованих виданнях. Основні результати дисертаційної роботи відображено в 11 наукових працях, з яких 1 стаття і 1 тези

доповідей – у виданнях, що реферуються в наукометричній базі Scopus, 4 статті – у фахових виданнях України. У вступі до дисертаційної роботи здобувач надав детальний опис особистого внеску у публікаціях, що написані у співавторстві. Наукові і практичні результати дисертації достатньо апробовані на всеукраїнських, міжнародних конференціях.

В тексті дисертаційної роботи та публікаціях автора відсутні порушення академічної доброчесності, що підтверджується довідкою про перевірку роботи в системі Unichек. Аналіз внеску здобувача у публікаціях стосовно дисертації свідчить про повноту та самостійність отриманих результатів.

Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи

1. У роботі відсутнє порівняння запропонованого раціонального управління з іншими видами адаптивного управління.

2. Не пояснюється врахування помилок першого та другого роду на етапі діагностування працездатності.

3. У розділі 2 відсутня аргументація вибору математичної моделі вихрового енергороздільника з усіх наведених варіантів (рис. 2.18, 2.19) саме аперіодичної ланки першого порядку.

4. Наведено, проте ніяк не застосовуються дані з графіка розподілу температури повітря вздовж камери енергетичного поділу (рис. 2.9).

5. У якості типів дестабілізації у функціонуванні вихрового енергороздільника розглядаються зміни параметрів лише у математичній моделі каналу холодного потоку повітря (Δk_{ox} , ΔT_{ox} і θ_{ox}), аргументуючи це значимістю ролі охолодження перед нагріванням. Виходячи з принципу роботи вихрового енергороздільника, параметри холодного та гарячого потоків взаємопов'язані, тож таке допущення виправдане. Проте не зрозуміло яким чином був реалізований цей взаємозв'язок, адже, наприклад, величина зміни коефіцієнта передачі Δk_{ox} не дорівнює величині зміни коефіцієнта передачі $\Delta k_{ог}$.

6. Для аналізу чи аргументації наукових досліджень здобувач посилається на відносно застарілі публікації ([4], [16], [22], [28] тощо) та патенти ([9-15]).

Необхідно відмітити, що вказані недоліки не знижують вагомості отриманих в дисертаційній роботі результатів. Робота насичена достатньою кількістю як теоретичних викладок, так і результатів кількісних оцінок, які підтверджують ефективність запропонованих методів.

Висновки

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Сокола Дмитра Вадимовича «Моделі та методи раціонального управління

працездатністю вихрового енергороздільника» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, у якому розглядається наукове завдання з розробки раціональної системи управління вихровим енергороздільником як нелінійним об'єктом з невизначеністю, обумовленою дестабілізуючими впливами, за допомогою вирішення задач діагностування та відновлення працездатності, що має істотне значення для галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації.

Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обґрунтованістю наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни, практичної цінності, повнотою викладання в наукових публікаціях та відсутністю порушень академічної доброчесності дисертаційна робота 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 Сокол Дмитро Вадимович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації за спеціальністю 173 Авіоніка.

Доктор. техн. наук, професор,
професор кафедри комп'ютерних систем,
мереж і кібербезпеки



Герман ФЕСЕНКО

Підпис Фесенка Германа Вікторовича
засвідчую:

учений секретар Національного
аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»



Тетяна БОНДАРЄВА