

ВІДГУК

офіційного опонента 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.

В даний час людство стикається з певними об'єктивними обмеженнями, у зв'язку з чим спостерігається збільшення виснаження природних ресурсів та необхідність розумного їх використання. Частина проблем, які стосуються нині життєвих інтересів населення – це негативний результат, продукт життєвого циклу будь-якої системи чи пристрою, починаючи від задуму і до його повної утилізації.

Системи проектують із розрахунку їх довговічної якісної та надійної експлуатації. При втіленні такого бажаного результату на кожному етапі життєвого циклу вирішуються завдання обмежень: терміни і вартість проектування та реалізації виробу, надмірність ресурсів, проблеми енергоспоживання та ергономіки тощо.

Необхідність підтримання сталості фізичних змінних існує постійно: сталість напруги, частоти, потужності, стабілізація курсу та кутового положення літального апарата відносно центру мас, стабілізація тиску, температури тощо. Щоб якісно та ефективно виконувати поставлені задачі, система повинна перебувати у працездатному стані. І чим довше вона знаходиться у цьому стані, тим менше додаткових ресурсів задіюється для її підстроювання, часткового оновлення чи повної заміни.

Наприклад, мажоритарний принцип управління може бути успішно застосований у разі виникнення нештатної ситуації на борту літального апарата. Проте таке рішення вимагає використання додаткових компонентів, енергії, місця на борту тощо.

У зв'язку з цим розробники проектують системи автоматичного управління так, щоб підтримувати її працездатний стан і по можливості не допускати появу ситуацій, які вимагають такого кардинального рішення. Доцільним рішенням є програмна реалізація у вигляді алгоритмів управління.

Завдяки безперервному моніторингу стану системи управління блок управління здатний в короткий термін адаптуватися до ситуації, що виникла, і відтворити відповідний алгоритм дій.

Таким чином, тема дослідження у роботі раціональної системи управління як альтернативного рішення дилеми надійної системи управління з використанням мінімально необхідної кількості ресурсів, безумовно, є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

В дисертаційній роботі було розв'язано науково-технічну задачу, яка полягає у застосуванні нового принципу управління за діагнозом до системи автоматичного управління вихровим енергороздільником як нелінійним об'єктом з інтервальною невизначеністю.

Основний науковий результат дисертаційного дослідження полягає у розробленні лінійних діагностичних моделей вихрового енергороздільника як об'єкта раціонального управління, використовуючи структурні та параметричні особливості нештатного функціонування вихрового енергороздільника, що дають можливість аналітично формувати алгоритми раціонального управління.

Наукову новизну має вдосконалений метод структурно-параметричної ідентифікації за експериментальними частотними характеристиками керованих об'єктів з використанням похідних полінома.

Подальшого розвитку в роботі набули метод формування алгоритмів діагностування вихрового енергороздільника як об'єкта раціонального управління з використанням фрагментарних лінійних діагностичних моделей та метод формування алгоритмів відновлення працездатності функціональних елементів об'єкта раціонального управління.

Наукові положення і висновки, сформульовані автором дисертаційної роботи, в достатньому обсязі відображають постановку задачі дослідження та послідовністю її виконання.

Практична цінність отриманих результатів.

Отримані здобувачем наукові результати в розробленні раціональної системи управління з використанням даних про процес вихрового енергетичного поділу дозволили сформувати лінійні діагностичні моделі та алгоритми відновлення працездатності функціональних елементів. Результати

комп'ютерного моделювання свідчать про здатність раціональної системи управління діагностувати та відновлювати працездатність функціональних елементів при одночасному виникненні кількох дестабілізуючих впливів.

Основні результати дисертаційної роботи впроваджені у виробничій діяльності ТОВ «ЄС Інжиніринг» та ДНВП «Об'єднання Комунар», а також у навчальний процес та науково-дослідну діяльність кафедри систем управління літальних апаратів Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Результати дисертаційної роботи мають широку перспективу для використання методів раціонального управління при проектуванні різного класу об'єктів управління, для експлуатації яких необхідно підтримувати безперервну їх роботу у штатному режимі функціонування.

Подальше практичне використання результатів роботи є доцільним на підприємствах та організаціях, які спеціалізуються на відмовостійких системах управління, а також в навчальному процесі профільних кафедр технічних університетів.

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

Дисертаційна робота містить анотації українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки та додатки. Загальний обсяг роботи становить 210 сторінок, у тому числі 73 рисунки, список використаних джерел з 93 найменувань на 11 сторінках і 2 додатки на 15 сторінках. Оформлення дисертації відповідає усім необхідним вимогам, всі розділи є логічно зв'язаними і направлені на вирішення поставлених задач; жоден розділ не виділяється з усієї структури роботи, матеріал подано рівномірно. Текст дисертаційної роботи написаний грамотною мовою, яка легка для сприйняття, та з коректним використанням термінів.

Проведена відповідальним за антиплагіатну роботу перевірка дисертації вказує на відсутність ознак академічного шахрайства і порушень академічної доброчесності.

Основний зміст дисертації відображено в 5 наукових статтях (4 статті опубліковано у фахових виданнях України і 1 стаття опублікована у виданні, яке включене до наукометричної бази Scopus). У публікаціях здобувачу належать такі результати: статичний та динамічний розрахунки системи автоматичної стабілізації температури у кабіні транспортного засобу; аналіз

принципу дії та областей застосування вихрових енергороздільників; розробка CFD-моделі вихрового енергороздільника з метою опису процесів, що відбуваються всередині нього, та отримання експериментальних характеристик; ідентифікація математичної моделі вихрового енергороздільника; розробка діагностичні моделі стосовно математичної моделі вихрового енергороздільника; аналіз концепції раціонального управління стосовно працездатності вихрового енергороздільника.

Наукові і практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 6 всеукраїнських, міжнародних конференціях, серед яких є сенс відзначити доповідь на міжнародній науково-практичній конференції “Mathematical Modeling and Simulation of Systems. Selected Papers of 16th International Scientific-practical Conference” (м. Чернігів, Україна, 2021).

Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи.

1. У розділі 2 розробка CFD-моделі аргументована отриманням математичної моделі вихрового енергороздільника, наближеної до об’єкта-оригіналу. Проте відсутнє порівняння характеристик CFD-моделі (рис. 2.14, 2.15) та характеристик, отриманих з натурного експерименту (рис. 2.3).

2. У роботі відсутнє зіставлення фізичних джерел дестабілізації, які проаналізовані у розділі 1 (стор. 54), та прямих ознак дестабілізації (зміна коефіцієнтів передачі, дрейфи нуля та робочої точки, зміна сталої часу). Заміщення поняття дестабілізації її ознакою перешкоджає цілісному сприйманню задачі діагностування.

3. На рис. 1.5 (стор. 31, 32) не зрозумілий параметр Radius (m), відсутній опис цього параметра у тексті, а також використане невдале словосполучення «радіальна температура».

4. Відсутня розшифровка позначень у формулах у першому розділі (1.5) – (1.10).

5. У роботі зустрічаються недоліки у поданому матеріалі: рівняння (1.4) наведено з явними помилками, на рис. 1.2 б) двічі повторюється «Холодний потік», на стор. 31 – «...конусного вентиля (1, 2 и 3 мм)...», у системі рівнянь (2.5) пропущене позначення оціночного значення «^» для сталих часу, у системах рівнянь (3.5) та (3.7) пропущений нижній індекс для вектора управління – $u(k)$ замість $u_y(k)$ тощо.

Вищезазначені зауваження та недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку отриманих результатів, отриманих у дисертаційній роботі.

Висновки.

Подана до захисту дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому вирішена актуальна науково-практична задача розробки раціональної системи управління вихровим енергороздільником шляхом формування лінійних діагностичних моделей та алгоритмів діагностування і відновлення його працездатності.

Враховуючи актуальність обраної теми, обґрунтованість наукових результатів дисертації, їх достовірність та новизну, практичну цінність, повноту викладання в наукових публікаціях та відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертаційна робота відповідає 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 здобувач Сокол Дмитро Вадимович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації за спеціальністю 173 Авіоніка.

Доктор техн. наук, професор,
професор кафедри електроустаткування та автоматики
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова



Володимир БЛІНЦОВ