

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Салюка Олександра Олексійовича** «Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Актуальність теми дисертації.

Актуальною проблемою розвитку сучасного приладобудування є вдосконалення методів та процедур проектування систем стабілізації інформаційних та вимірювальних пристроїв, експлуатованих на рухомих об'єктах. Головною метою роботи є забезпечення високої точності зазначених пристроїв в складних умовах реальної експлуатації за умови дії інтенсивних збурень. Перевагами запропонованих методів та процедур є їх орієнтація на сучасні методи робастного керування та використання інструментів автоматизованого синтезу за допомогою обчислювального середовища MATLAB із використанням пакетів прикладних програм Control System, Robust Control та Simulink.

У дисертації Салюка О.О. розглянуто такі важливі аспекти проектування систем стабілізації інформаційних та вимірювальних пристроїв, призначених для експлуатації на рухомих об'єктах широкого класу, як метод синтезу структури контролепридатної системи та метод параметричного синтезу робастної системи управління рухом платформи із пристроями зазначеного класу.

Актуальність представленої роботи полягає у підвищенні експлуатаційних характеристик систем просторової стабілізації з урахуванням дії параметричних та координатних збурень. Цінність запропонованих методів полягає також у підвищенні якості ранніх етапів процесу проектування систем просторової стабілізації, що функціонують в складних умовах реальної експлуатації.

Структура та зміст дисертації.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків.

У першому розділі дисертаційної роботи виконано детальний аналіз застосувань систем просторової стабілізації, наведено основні джерела похибок систем зазначеного типу та представлено постановку задачі дослідження.

У другому розділі дисертаційного дослідження надано математичний опис систем просторової стабілізації інформаційних та вимірювальних приладів, що експлуатуються на рухомих об'єктах. У трьох підрозділах представлено математичні описи, що відповідають системам одновісної, двовісної та тривісної систем просторової стабілізації. Детальний математичний опис одновісної системи просторової стабілізації орієнтовано на системи, призначені для експлуатації на наземних рухомих об'єктах. При цьому значна увага приділяється математичному опису нелінійностей, притаманних системам досліджуваного типу. Що стосовно математичних описів двовісної та тривісної систем просторової стабілізації, то в них основна увага приділяється створенню математичних моделей у просторі станів, що потребує лінеаризації моделей та урахування зв'язків між каналами стабілізації.

У третьому розділі дисертаційної роботи представлено синтез структури системи стабілізації з точки зору забезпечення максимального рівня контролепридатності за умови урахування інших основних експлуатаційних характеристик системи. Цей метод доповнюється процедурою обґрунтованого вибору значень параметрів системи, а саме призначення допусків на параметри з урахуванням взаємозв'язків між цими параметрами та показниками достовірності контролю. У цьому розділі представлено також метод параметричного синтезу системи просторової стабілізації на основі змішаного H_2/H_{∞} підходу. Компроміс між робастною стійкістю та точністю системи стабілізації досягається використанням вагових коефіцієнтів при окремих складових комбінованого показника якості. В основу обчислювальної оптимізаційної процедури покладено генетичний алгоритм. В обчислювальній процедурі також використовуються два типи штрафних функцій, які дозволяють прийняти до уваги вимоги до стійкості та найбільш важливих експлуатаційних характеристик системи.

У четвертому розділі надано характеристику сукупності методів та процедур проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів. У цьому ж розділі представлено характеристики процедур вибору складових системи, адаптивної фільтрації та моделювання синтезованої системи з відповідними результатами моделювання. Представлено алгоритм, який показує взаємозв'язок згаданих вище методів та процедур проектування систем просторової стабілізації інформаційних та вимірювальних пристроїв, призначених для експлуатації на рухомих об'єктах.

Висновки, сформульовані за результатами виконання дисертаційної роботи, характеризують наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації та їх достовірності.

Представлена дисертаційна робота є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає вимогам, встановленим МОН України.

Результати представленої дисертаційної роботи використано у науково-дослідній роботі «Розроблення інтегрованої системи управління польотом групи дронів», № Держреєстрації 0121U109490, яка фінансувалась за рахунок державного бюджету Міністерства освіти і науки України на 2021, 2022 рр. Вони також були використані у виробничій діяльності Приватного акціонерного товариства «РАМЗАЙ» для стабілізації спостережувальних приладів, встановлених на безпілотних літальних апаратах та Акціонерного товариства «ЕЛМІЗ» для розробки систем стабілізації приладового обладнання.

Обґрунтованість наукових положень та висновків, представлених в дисертації, забезпечено коректним використанням методів сучасної теорії керування, теорії надійності технічних систем, застосуванням методів оптимізації під час створення методів та процедур проектування.

Достовірність отриманих результатів забезпечується публікацією статей в фахових виданнях України, апробацією отриманих наукових результатів на міжнародних наукових конференціях; впровадженням отриманих результатів в

навчальний та науковий процес університету, а також використанням результатів у підприємствах відповідного профілю.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Основні наукові результати дисертаційної роботи знайшли відображення в публікаціях у фахових виданнях та пройшли апробацію на міжнародних наукових конференціях. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 23 наукові праці, серед яких: 10 статей у наукових фахових виданнях України, 2 статті у закордонних виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Scopus, 11 матеріалів і тез конференцій.

Наукова новизна роботи визначається наступними положеннями.

1. Вперше розроблено сукупність методів та процедур проєктування систем просторової стабілізації, які побудовані на основі нового способу оцінки здатності системи до контролю та модифікованої теорії робастної оптимізації, що забезпечує підвищення точності та надійності в умовах параметричних та координатних збурень.

2. Вперше запропоновано метод синтезу структури контролепридатних систем просторової стабілізації, що підвищує надійність систем та їх стійкість до відмов.

3. Вдосконалено метод робастного параметричного синтезу систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів, за рахунок введення додаткової штрафної функції, на підставі основних показників якості системи.

4. Отримав подальший розвиток математичний опис систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів, в основу якого покладено урахування нелінійностей притаманних реальних системам та розроблення математичних описів у просторі станів для багатовісних систем стабілізації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у спрямованості розроблених методів та процедур на створення перспективних систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів. Практичні результати є такими.

1. Розроблено процедуру визначення допустимих значень параметрів системи на основі аналізу інструментальної та методичної достовірностей контролю.

2. Виконано моделювання синтезованої системи у різних режимах її роботи, у тому числі з урахуванням збурень.

3. Розроблено процедуру обробки сигналів датчика кутової швидкості за рахунок введення адаптації на основі нерекурсивного фільтру, реалізованого на нейромережі із часовою затримкою, що підвищує точність стабілізації в умовах експлуатації.

Розроблена сукупність процедур та методів скорочує терміни проєктування та зменшує його трудомісткість. Це призводить до суттєвого економічного ефекту та сприяє підвищенню конкурентоздатності проєктованих систем.

В представленій дисертаційній роботі розв'язана наукова проблема, яка має велике значення для приладобудування України і полягає в проєктуванні систем просторової стабілізації інформаційно-вимірювальних систем та пристроїв спостереження, що зберігають високі показники якості в умовах інтенсивних збурень під час експлуатації рухомих об'єктів.

За результатами аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності не виявлено. Елементи фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі відсутні.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Разом з тим до представленої дисертаційної роботи можна надати наступні зауваження.

1. У підрозділі 2.1 згадується наявність пружного зв'язку між валом двигуна та рухомою платформою, на якій встановлено об'єкт стабілізації. В математичному описі цей зв'язок у характеризується певним коефіцієнтом, що визначає жорсткість пружного зв'язку, але не зрозуміло, на підставі чого визначений цей коефіцієнт.

2. У розділі 3.3. в процесі постановки оптимізаційної задачі, спрямованої на виконання параметричного синтезу робастної системи просторової стабілізації інформаційних та вимірювальних пристроїв, призначених для експлуатації на рухомих об'єктах, запропоновано використовувати вагові коефіцієнти для регулювання досягнення компромісних рішень щодо робастності та стійкості проекрованої системи. Але при цьому залишається незрозумілою процедура призначення таких коефіцієнтів.

3. У розділі 3.3 запропоновано використовувати генетичний алгоритм для організації обчислювальної оптимізаційної процедури і наведено достатньо інформації про його характеристики та переваги, але відсутність опису у вигляді блок-схеми ускладнює розуміння послідовності дій виконання цього алгоритму.

4. В роботі мають місце стилістичні неточності та деякі синтаксичні помилки.

Разом з тим вважаю, що висловлені зауваження не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновки щодо дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Салюка Олександра Олексійовича «Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів», представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування») є актуальною, завершеною науковою працею, що виконана на належному науково-теоретичному рівні. У роботі вирішено важливу наукову проблему, що полягає у підвищенні експлуатаційних характеристик систем просторової стабілізації інформаційних та вимірювальних пристроїв, що експлуатуються на рухомих об'єктах, шляхом удосконалення методів та процедур їх проектування.

Дисертація відповідає спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» із галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Згідно вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року. № 261 (зі змінами і доповненнями від 03 квітня 2019 року № 283), вимогам пп. 6, 7, 8, 9 “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 вважаю, що робота відповідає вимогам, що пред’являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а її автор, Салюк Олександр Олексійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності у галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології».

Рецензент, кандидат технічних наук,
професор, професор кафедри авіаційних
комп’ютерно-інтегрованих комплексів
Державного некомерційного підприємства
«Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Микола ФІЛЯШКІН



Григорій Ріменський
секретар ІАІ
Юрій І. Слободя
14.03.25