

## **ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Осокіна Владислава Сергійовича  
на тему «Інваріантна до збурень оптимальна система керування  
оптичною віссю камери»,  
представлену на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації  
за спеціальністю 173 Авіоніка

### **Актуальність теми дисертації.**

Дисертаційна робота «Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери» присвячена важливій та актуальній проблемі підвищення точності та стійкості керування оптичними системами в умовах впливу зовнішніх збурень.

Задача підвищення точності зйомки поверхні Землі оптико-електронними системами супутників дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можуть вирішуватись поліпшенням характеристик оптичної системи; точністю системи наведення на наземні об'єкти і кутової стабілізації оптичної системи в умовах впливу різного роду збурюючих факторів; вибором матриці оптико-електронного блоку. Здобувач поставив перед собою завдання, яке пов'язано з точністю системи стабілізації оптичної системи.

Наявні методи стабілізації та керування часто не забезпечують достатньої точності та швидкодії в умовах реальних динамічних впливів. Запропонований автором підхід, що базується на принципах оптимального керування та інваріантності до збурень, дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи таких систем.

Безумовно цей напрямок є актуальним для побудови космічних апаратів ДЗЗ для України. Однак для підтвердження актуальності робіт було б доцільно показати їх зв'язок з науковими програмами, або тематикою держбюджетних і госпдоговірних тем.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Вперше запропоновано метод формування коригуючого впливу для компенсації збурень, який базується на наближенні змінної стану до



допустимої межі. Показано, що алгоритм забезпечує гарантовану компенсацію збурень та необхідну якість перехідного процесу.

Вперше розроблено алгоритм забезпечення інваріантності до збурень демонструє високу ефективність за різних умов, зменшує похибку стабілізації, підвищує точність керування та зберігає стабільність системи в умовах випадкових збурень, на які не накладаються обмеження.

Вперше запропоновано застосування підходу оберненої динамічної моделі системи для систем високого порядку для забезпечення стабільності та якості перехідного процесу системи автоматичного керування, що не залежить від характеру збурень, запропонований підхід не накладає обмежень на характер збурень оскільки не потребує їх вимірювання, що дозволяє використовувати систему в умовах змінних та непередбачуваних зовнішніх впливів.

Встановлений вплив кожної з алгебраїчної, диференціальної та інтегральної складових регулятора гарантування точності на динаміку системи керування, що дозволило оптимізувати параметри регулятора для підвищення швидкодії та якості перехідного процесу і компенсацію накопиченої похибки, особливо під час тривалих збурень.

Узагальнена математична постановка задачі гарантування точності керування як розв'язання алгебро-диференціальних рівнянь з обмеженнями. Проведене числове моделювання підтвердило ефективність запропонованих алгоритмів керування, забезпечення точності стабілізації та покращення характеристик перехідного процесу.

Наукові положення, висновки, рекомендації є теоретично обґрунтованими та базуються на аналізі науково-технічних джерел за даною темою, гармонійній постановці мети і задач досліджень, використанні низки сучасних і науково обґрунтованих методів досліджень, порівнянні і критичному аналізі та інтерпретації отриманих результатів.

Дослідження проведені на високому методологічному і науково-технічному рівнях. Достовірність результатів досліджень забезпечена застосуванням сучасних методів аналізу отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, забезпечується застосуванням сучасних взаємодоповнюючих методів досліджень, відтворюваністю результатів, їх взаємоузгодженістю й відповідністю відомим даним.

Розроблені у дисертаційній роботі методи і моделі можуть бути впроваджені в розробці систем керування та стабілізації оптико-електронних систем космічних апаратів ДЗЗ України подвійного призначення на стадіях їх проектування, які дозволять отримувати знімки з більшою високою роздільною здатністю.



Практична значимість результатів дисертаційної роботи також підтверджена актом впровадження в ескізний проєкт підприємства «Арсенал».

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

### **Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.**

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Осокіна В.С. повністю відповідає спеціальності 173 Авіоніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Система керування літальними апаратами та комплексами».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям системи автоматичного керування.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Осокіна Владислава Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

### **Мова та стиль викладення результатів**

Дисертаційна робота написана українською мовою. Робота здобувача вирізняється чіткою структурою, логічною послідовністю викладення матеріалу та науковою обґрунтованістю. Матеріал подано у зрозумілій та формалізованій науковій мові, що відповідає вимогам до академічних досліджень. Незважаючи на складність тематики, автор дотримується чіткості та доступності пояснень, що дозволяє ефективно сприймати ключові положення роботи. Використання математичного апарату супроводжується необхідними поясненнями, що спрощує розуміння навіть для читача, який не є фахівцем у вузькому аспекті дослідження. Стиль викладення лаконічний, без зайвої ускладненості, що сприяє зручності читання та аналізу матеріалу. Загалом, робота демонструє високий рівень академічної культури, дотримання наукових стандартів і є доступною для фахівців відповідної галузі.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 194 сторінки.



У вступі, здобувачем було обґрунтовано актуальність дослідження, визначено мету та завдання, а також подано наукову новизну, практичне значення роботи, особистий внесок автора, а також інформацію про публікації та апробацію результатів.

У першому розділі роботи здійснено аналітичний огляд наукових публікацій, присвячених аналізу існуючих методів і алгоритмів керування, які використовуються для стабілізації та керування оптичними осями камер, визначені основні сучасні підходи, що дозволяють забезпечити високу точність роботи системи автоматичного керування, сформульовані вимоги до розроблення системи керування кутовим положенням оптичної системи.

У другому розділі автор розглядає питання, які пов'язані з розробкою математичної моделі системи автоматичного керування та стабілізації оптичної осі камери, яка забезпечує необхідну точність і стійкість перехідних процесів при змінних зовнішніх впливах.

У третьому розділі розглядається задача розробки алгоритму автоматичного керування, що забезпечує інваріантність до збурень. Запропоновано алгоритм формування коефіцієнтів зворотного зв'язку на основі параметрів оптимальної системи з використанням оберненої динамічної моделі системи та додаткового контуру, який дозволяє досягати гарантованої точності стабілізації при непередбачуваних відхиленнях. Представлено метод визначення параметрів додаткового контуру керування для забезпечення стійкості та адаптивності системи, що дозволяє системі підлаштовуватися до змінних умов в реальному часі.

У четвертому розділі автор проводить математичне моделювання роботи розробленої системи керування, визначає параметри створеної системи з запропонованим алгоритмом, проводить порівняння з традиційними методами і робить висновки відносно покращення якості перехідного процесу керування та стабілізації в умовах невизначених збурень.

Висновки містять повний перелік основних результатів дослідження, проведеного здобувачем під час виконання дисертаційної роботи.

У роботі також є додатки, що містять створений автором інструментарій для проведення досліджень і акт впровадження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».



### **Оприлюднення результатів дисертаційної роботи**

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей опубліковано у наукових фахових виданнях України, а інші представляють апробацію результатів дисертації на 5 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації висвітлюють основні результати дисертаційної роботи «Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери» і свідчать про відповідність досліджень сучасним вимогам до наукової новизни та практичної значущості.

У статтях здобувача представлено: формалізацію задачі керування оптичною віссю камери в умовах збурень, теоретичні та експериментальні результати, що підтверджують ефективність запропонованого підходу, порівняльний аналіз із відомими методами стабілізації, що демонструє переваги розробленої системи.

Аналіз текстів публікацій не виявив фактів порушення академічної доброчесності. Роботи здобувача містять коректні посилання на попередні дослідження, відображають самостійність наукових висновків, відсутні ознаки плагіату або маніпуляцій із результатами.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. На жаль в роботі не відмічене чи це ініціативна робота, чи вона пов'язана з науковими темами, які ведуться в Національному технічному Університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

2. В роботі маються неточності з використанням термінології. Замість «помилки систем керування» було б доцільно використовувати «похибки».

3. Не зовсім коректне формулювання наукової новизни «Вперше розроблено алгоритм забезпечення інваріантності до збурень демонструє високу ефективність за різних умов, зменшує похибку стабілізації, підвищує точність керування та зберігає стабільність системи в умовах випадкових збурень, на які не накладаються обмеження». Мабуть або «розроблений ...», або «який демонструє ...».

4. В висновках відсутні кількісні показники, які б підтверджували такі отримані характеристики як «зменшує похибку стабілізації, підвищує точність керування».

5. Є незначні орфографічні помилки по тексту, наприклад «Рисунок 4.52 – Графік с похибки системи стабілізації ...».



6. З роботи не зовсім зрозуміло як враховуються збурення, викликані самим приводом, наприклад, вібраціями двигуна маховика при керуванні кутовим положенням оптичної системи.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

### **Висновок про дисертаційну роботу**

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Осокіна Владислава Сергійовича на тему «Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю 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 Осокін Владислав Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 173 Авіоніка.

### **Офіційний опонент:**

кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри «Кібербезпеки і комп'ютерно  
інтегрованих технологій»

Дніпровського національного  
університету імені Олеся Гончара



Анатолій КУЛАБУХОВ

Підпис Кулабухова А.М. засвідчую:

Вчений секретар



Тетяна ХОДАНЕН

М.П.

« \_\_\_\_\_ »

2025 року

