

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000981

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 25-03-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/43/25 від 03.06.2025



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Осокін Владислав Сергійович

2. Vladyslav S. Osokin

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8944-7033

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 173

Назва наукової спеціальності: Авіоніка

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: система керування літальними апаратами та комплексами

Дата захисту: 16-05-2025

Спеціальність за освітою: авіоніка

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8143

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 30.15.23, 50.03.03, 28.17.31

Тема дисертації:

1. Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери
2. Disturbance-invariant optimal control system for the optical axis of the camera

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці інваріантної до збурень системи керування оптичною віссю камери для авіаційних і космічних застосувань, що дозволяє стабілізувати і контролювати зображення з оптичних приладів з високою точністю в умовах невизначених зовнішніх збурень. Тематика дослідження пов'язана з розробкою систем керування, які мають інваріантність до збурень і забезпечують стабільне керування оптичною віссю камери в умовах невизначених і змінних зовнішніх впливів. Системи стабілізації та керування, які здатні працювати з високою точністю в умовах невизначеності, мають особливе значення для сучасної авіаційної та космічної техніки. Однією з найважливіших задач є забезпечення стабільності і точності автоматичних систем керування, які керують оптичною віссю камер тепловізійних пристроїв, що використовуються на літальних апаратах різного призначення. При цьому особлива увага приділяється здатності систем до адаптації в умовах невизначених зовнішніх збурень, які можуть суттєво впливати на

формування зображення для коректного розпізнавання та наведення. Для вирішення цих задач необхідне застосування новітніх методів математичного моделювання, розробки алгоритмів керування та обчислювальних засобів, які дозволяють отримати стабільну, високоточну систему керування. Дослідження фокусується на створенні систем автоматичного керування, які базуються на принципах оберненої динамічної моделі системи. Це забезпечує можливість підвищити точність і стійкість в умовах зовнішніх збурень завдяки компенсації неконтрольованих впливів у реальному часі. Особливу роль у цьому відіграють математичні моделі, які описують динаміку систем керування оптичними системами і дозволяють передбачити її поведінку в різних умовах експлуатації. Метою дисертаційної роботи є підвищення точності систем автоматичного керування (САК) оптичною віссю камер шляхом розробки та впровадження інваріантної до збурень системи керування з використанням адаптивного коефіцієнту на основі оберненої динамічної моделі системи, що дозволяє досягти гарантованої точності в умовах непередбачуваних зовнішніх впливів. У першому розділі проведено всебічний аналіз існуючих методів і алгоритмів керування, які використовуються для стабілізації та керування оптичними осями камер. Розглянуто основні сучасні підходи, зокрема зворотну динамічну систему, адаптивне керування, робастне керування та метод активного компенсування збурень, що дозволяють забезпечити високу точність роботи САК. На основі цього аналізу сформульовано вимоги до розроблення нової системи керування, яка відповідатиме сучасним викликам в авіаційній галузі. Другий розділ присвячено розробці математичної моделі САК для керування та стабілізації оптичної осі камери, яка забезпечує гарантовану точність і стійкість перехідних процесів при змінних зовнішніх умовах. Математична модель враховує динаміку системи стабілізації та керування оптичною системою та забезпечує високу точність стабілізації зображення. Третій розділ містить розробку алгоритму автоматичного керування, що забезпечує інваріантність до збурень. Запропоновано новий алгоритм формування коефіцієнтів зворотного зв'язку на основі параметрів оптимальної системи з використанням оберненої динамічної моделі системи та додаткового контуру який базується на наближенні змінної стану до допустимої межі та 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. Четвертий розділ присвячено математичному моделюванню роботи розробленої системи керування гарантованої точності. Показано, що запропонований алгоритм забезпечує високу ефективність в умовах невизначених збурень. Проведено порівняння з традиційними методами, що демонструє суттєве покращення якості перехідного процесу керування та стабілізації. Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленої системи в авіаційних та космічних системах для підвищення ефективності роботи тепловізійних камер і сенсорів. Це досягається шляхом забезпечення гарантованої точності в роботі системи керування за умов дії невизначених збурень, зменшення похибки стабілізації та покращення якості формування і обробки зображень. Розроблені алгоритми підвищують точність цілевказівки, зменшують вплив зовнішніх факторів, таких як вібрації та сухе тертя, і забезпечують адаптивність до змін у зовнішньому середовищі.

2. The dissertation is devoted to the development of a disturbance-invariant optical axis control system for aviation and space applications, which allows stabilizing and controlling images from optical instruments with high accuracy in conditions of uncertain external disturbances. The research topic is related to the development of control systems that are invariant to disturbances and provide stable control of the optical axis of the camera in conditions of uncertain and variable external influences. Stabilization and control systems that are able to operate with high accuracy in conditions of uncertainty are of particular importance for modern aviation and space technology. One of the most important tasks is to ensure the stability and accuracy of automatic control systems that control the optical axis of cameras of thermal imaging devices used on aircraft for various purposes. In this case, special attention is paid to the ability of systems to adapt in conditions of uncertain external disturbances, which can significantly affect the formation of an image for correct recognition and guidance. To solve these problems, it is necessary to use the latest methods of mathematical modeling, develop control algorithms and computing tools that allow obtaining a stable, high-precision control system. The research focuses on the creation

of automatic control systems based on the principles of an inverse dynamic system. This provides an opportunity to increase accuracy and stability in conditions of external disturbances due to compensation of uncontrolled influences in real time. A special role in this is played by mathematical models that describe the dynamics of optical system control systems and allow predicting their behavior in various operating conditions. The purpose of the dissertation is to increase the accuracy of automatic control systems of the optical axis of cameras by developing and implementing a disturbance-invariant control system using an adaptive coefficient based on an inverse dynamic system, which allows achieving guaranteed accuracy in conditions of unpredictable external influences. The first section provides a comprehensive analysis of existing control methods and algorithms used to stabilize and control the optical axes of cameras. The main modern approaches are considered, in particular the inverse dynamic model, adaptive control, robust control and the method of active disturbance compensation, which allow to ensure high accuracy of the ACS operation. Based on this analysis, requirements for the development of a new control system that will meet modern challenges in the aviation industry are formulated. The second section is devoted to the development of a mathematical model of the ACS for controlling and stabilizing the optical axis of the camera, which provides guaranteed accuracy and stability of transient processes under variable external conditions. The model takes into account the dynamics of the stabilization system and control of the optical system and provides high accuracy of image stabilization. The third section contains the development of an automatic control algorithm that ensures invariance to disturbances. A new algorithm for forming feedback coefficients based on the parameters of the optimal system using the inverse dynamic system and an additional contour is proposed, which is based on the approximation of the state variable to the permissible limit and allows to achieve guaranteed stabilization accuracy under unpredictable deviations. A method for determining the parameters of an additional control loop is presented to ensure the stability and adaptability of the system, which allows the system to adapt to changing conditions in real time. The fourth section is devoted to mathematical modeling of the operation of the developed control system of guaranteed accuracy. It is shown that the proposed algorithm provides high efficiency under conditions of uncertain disturbances. A comparison with traditional methods is made, which demonstrates a significant improvement in the quality of the transient process and stabilization. The practical significance of the work lies in the possibility of using the developed system in aviation and space systems to increase the efficiency of thermal imaging cameras and sensors. This is achieved by ensuring guaranteed accuracy in the operation of the control system under conditions of uncertain disturbances, reducing the stabilization error and improving the quality of image formation and processing. The developed algorithms increase the accuracy of target designation, reduce the influence of external factors, such as vibrations and dry friction, and provide adaptive.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Нестеренко О.І., Рижков Л.М., Осокін В.С. Математичні моделі гіростабілізатора за різних режимів його роботи // Механіка гіроскопічних систем, 2020, № 40 с. 5-11
- O. V. Zbrutskyi, V. Osokin, Zheng Min Mathematical model of the automatic control system in the problem of guaranteed accuracy Механіка гіроскопічних систем, №42 р. 32-38

- O. V. Zbrutsky, V. Osokin Stabilization and control system with guaranteed accuracy for optical axis, *Механіка гіроскопічних систем*, 2022, №43 p.5-11
- О. Збруцький, В. Осокін Інваріантна до характеру збурень система керування оптичною віссю // *Механіка гіроскопічних систем* № 45 с.27-35
- О. Збруцький, В. Осокін Оптимізація інваріантної до збурень системи автоматичного керування // *Механіка гіроскопічних систем*, 2024, № 48 с.28-35
- Збруцький, О. В. Математична формалізація задачі синтезу системи автоматичного керування гарантованої точності при невизначених збуреннях / Збруцький О. В., Осокін В. С. // *Гіротехнології, навігація і керування рухомими об'єктами – 2022 : матеріали науково-практичної конференції студентів та молодих вчених (15 червня 2022 року) / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІАТ, СКЛА. – Київ, 2022. – С. 17.*
- Збруцький, О. В. Система віброзахисту для подавлення похибки визначення швидкості лінії візування / Збруцький О. В., Осокін В. С. // *Гіротехнології, навігація і керування рухомими об'єктами – 2022(2) : матеріали науково-практичної конференції студентів та молодих вчених (9 грудня 2022 року) / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІАТ, СКЛА. – Київ, 2022. – С. 13-14.*
- Збруцький, О. В. Інваріантна до характеру збурень система керування оптичною віссю / Збруцький О. В., Осокін В. С. // *Гіротехнології, навігація і керування рухомими об'єктами – IV : матеріали науково-технічної конференції студентів та молодих вчених (4-5 січня 2024 р.). – Київ, 2024. – С. 3-6.*
- O. Zbrutsky, I. Zagirska, V. Osokin. Disturbance-Invariant Automatic Control Systems of Unmanned Aerial Vehicles // 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD). Proceeding. October 22-24, 2024, Kyiv, Ukraine. Pp. 120-123.
- Загірська І.О., Збруцький О.В., Міщук А.С., Осокін В.С. Математична задача керування гарантованої точності при невизначених збуреннях // 27 міжнародна конференція «Автоматика 2024». – Жовтень 2024. – Дніпро.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Збруцький Олександр Васильович
2. Oleksandr V. Zbrutsky

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.11.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2206-7148

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кулабухов Анатолій Михайлович

2. Anatoly M. Kulabukhov

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.07.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1139-4829

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Код за ЄДРПОУ: 02066747

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 72, Дніпро, Дніпровський р-н., 49045, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Синеглазов Віктор Михайлович

2. Viktor M. Sineglazov

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3297-9060

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, 1, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бурнашев Віталій Віталійович
2. Vitalii V. Burnashev

Кваліфікація: к.т.н., доцент, 05.11.03**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9656-6487**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**Код за ЄДРПОУ:** 02070921**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна**Форма власності:****Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Лисенко Олександр Іванович
2. Oleksandr I. Lysenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 20.02.12**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7276-9279**Додаткова інформація:** Scopus Author ID: 56500748500**Повне найменування юридичної особи:** Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**Код за ЄДРПОУ:** 02070921**Місцезнаходження:** проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна**Форма власності:****Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується**VIII. Заключні відомості****Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Бурау Надія Іванівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Бурау Надія Іванівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Осокін Владислав Сергійович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна