

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к.т.н., доц.
Тетяна ЖЕЗЯСКОВА



ВИТЯГ

з протоколу № 11 від 19 лютого 2025 р. розширеного засідання кафедри
систем керування літальними апаратами
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри систем керування літальними апаратами: завідувач кафедри, к.т.н., доцент Пономаренко С.О., професор кафедри, д.т.н., професор Збруцький О.В., професор кафедри, д.т.н., професор Чепілко М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бобков Ю.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Черняк М.Г., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бурнашев В.В., професор кафедри, д.т.н., професор Тачиніна О.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Шолохов О.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Мошенський А.О., старший викладач кафедри, к.т.н. Бондаренко Є.О., аспіранти кафедри.
- з кафедри космічної інженерії: професор кафедри, д.т.н., професор Рижков Л.М.
- з кафедри телекомунікацій: професор кафедри, д.т.н., професор Лисенко О.І.

Запрошені з інших організацій:

Казенне підприємство спеціального приладобудування "Арсенал" провідний інженер, к.ф-м.н. Клочко О.І.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри систем керування літальними апаратами Осокіна Владислава Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери” поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 173 Авіоніка. Освітньо-наукова програма «Системи керування літальними апаратами та комплексами»

Тему дисертаційної роботи “Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери” затверджено на засіданні Вченої ради

навчально-наукового інституту аерокосмічних технологій (протокол №10/21 від 15 листопада 2021 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор Збруцький О.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., професор Чепілко М.М. к.т.н., доцент Бобков Ю.В., д.т.н., професор Рижков Л.М., аспіранти кафедри.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: к.т.н., доцент Пономаренко С.О., к.т.н., доцент Бурнашев В.В., д.т.н., професор Тачиніна О.М., к.т.н., доцент Шолохов О.М., д.т.н., професор Лисенко О.І.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

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.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Тема дисертаційної роботи відповідає планам науково-дослідної та навчальної роботи кафедри систем керування літальними апаратами Національного технічного університету України «Київський політехнічний

інститут». Дисертаційна робота виконувалась на кафедрі систем керування літальними апаратами та на Казенному підприємстві спеціального приладобудування «Арсенал» в рамках наступної НДКР: «Ескізний проєкт зі створення оптичної головки самонаведення з формуванням зображення на базі болометричної матриці».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

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.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Розроблені алгоритми підвищують точність цілевказівки, зменшують вплив зовнішніх факторів, таких як вібрації та сухе тертя, і забезпечують адаптивність до змін у зовнішньому середовищі.

Система може бути інтегрована у складі сучасних тепловізійних приладів, систем наведення та автоматичного супроводження цілі, що використовуються у високоточній техніці. Її впровадження сприяє зростанню ефективності та конкурентоспроможності вітчизняних авіаційних і космічних технологій. Практичні результати роботи реалізовані у виробничих умовах КП СПБ «Арсенал», що підтверджується відповідним актом впровадження.

5. Апробація результатів дисертації

Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях: Гіротехнології, навігація і керування рухомими об'єктами – 2022;

Гіротехнології, навігація і керування рухомими об'єктами – IV; 2024 IEEE 7th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development (APUAVD); «Автоматика 2024»–(Дніпро, 2024).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Осокіна В.С. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 5 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 173 Авіоніка, в т.ч. 2 статті у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 5 тез виступів на наукових конференціях.

1. Нестеренко О.І., Рижков Л.М., Осокін В.С. Математичні моделі гіростабілізатора за різних режимів його роботи // Механіка гіроскопічних систем № 40 с. 5-11 // Київ 2020, DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771402020248656>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено математичні моделі гіростабілізатора для різних режимів його роботи. Проведено аналіз динаміки системи стабілізації та обґрунтовано підхід до забезпечення стійкості й точності. Реалізовано чисельне моделювання роботи стабілізатора за змінних зовнішніх умов.

2. 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// Київ 2021, DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771422021268462>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем запропоновано математичну модель системи автоматичного керування, що забезпечує гарантовану точність. Розроблено методи оцінювання похибок керування та стабілізації оптичної осі. Виконано моделювання динаміки системи та визначено оптимальні параметри регуляторів.

3. O. V. Zbrutskyi, V. Osokin Stabilization and control system with guaranteed accuracy for optical axis, Механіка гіроскопічних систем №43 р.5-11 // Київ 2022, DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771432022275275>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено концепцію системи стабілізації та керування оптичною віссю з гарантованою точністю. Визначено алгоритми компенсації динамічних похибок та проаналізовано їх ефективність. Проведено експериментальні дослідження роботи системи в умовах зовнішніх збурень.

4. О. Збруцький, В. Осокін Інваріантна до характеру збурень система керування оптичною віссю // Механіка гіроскопічних систем № 45 с.27-35 // Київ 2023, DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771452023296666>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено інваріантну систему керування, що забезпечує стабільну роботу незалежно від характеру збурень. Запропоновано методи адаптивного налаштування параметрів системи. Виконано чисельний аналіз та порівняння з традиційними підходами до стабілізації.

5. О. Збруцький, В. Осокін Оптимізація інваріантної до збурень системи автоматичного керування // Механіка гіроскопічних систем № 48 с.28-35 // Київ 2024, DOI: <https://doi.org/10.20535/0203-3771482024317876>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено підхід до оптимізації параметрів інваріантної системи автоматичного керування. Запропоновано критерії оптимальності та алгоритми налаштування системи для забезпечення максимальної ефективності. Виконано моделювання роботи системи в умовах невизначеності параметрів збурень.

6. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50643>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено математичну формалізацію задачі синтезу системи автоматичного керування з гарантованою точністю. Запропоновано методику оцінки впливу невизначених збурень на точність роботи системи. Виконано моделювання запропонованої системи та проведено аналіз її ефективності.

7. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/55969>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено концепцію системи віброзахисту для компенсації похибок визначення швидкості лінії візування. Виконано теоретичний аналіз джерел вібраційних впливів та їхнього впливу на точність вимірювань.

8. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/63830>.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено інваріантну систему керування оптичною віссю, здатну забезпечувати стабільність роботи незалежно від характеру збурень. Проведено теоретичний аналіз ефективності застосування методів інваріантного керування.

9. 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. Catalog Number: CFP2429V–USB. ISBN: 979–8–3315–3413–4 (Scopus). ₂

Особистий внесок здобувача: здобувачем запропоновано інваріантну систему автоматичного керування для безпілотних літальних апаратів. Виконано аналіз впливу збурень на динамічні характеристики системи керування.

10. 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 024. – Дніпро.

Особистий внесок здобувача: здобувачем розроблено математичну модель керування з гарантованою точністю в умовах невизначених збурень. Запропоновано методи підвищення точності шляхом оптимізації алгоритмів керування.

Якість та кількість публікацій відповідають “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.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Осокіна В.С. “Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 173 Авіоніка за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського «Системи керування літальними апаратами та комплексами» зі спеціальності 173 Авіоніка.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу Інваріантна до збурень оптимальна система керування оптичною віссю камери”, подану Осокіним Владиславом Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем КПП ім. Ігоря Сікорського

Бурау Надія Іванівна

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор кафедри телекомунікацій КПІ ім.
Сікорського

Лисенко Олександр Іванович;

кандидат технічних наук, доцент кафедри систем керування літальними
апаратами КПІ ім. Ігоря Сікорського

Бурнашев Віталій Віталійович;

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри авіаційних
комп'ютерно-інтегрованих комплексів Державного некомерційного
підприємства «Державний університет «Київський авіаційний інститут»,

Синсглазов Віктор Михайлович;

кандидат технічних наук, завідувач кафедри систем автоматизованого
управління Дніпровського національного університету імені Олеся
Гончара

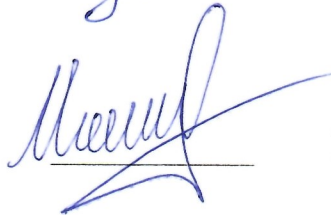
Кулабухов Анатолій Михайлович.

Головуючий на засіданні
завідувач кафедри СКЛА,
к.т.н., доцент,



Сергій ПОНОМАРЕНКО

Вчений секретар
кафедри СКЛА
д.т.н., професор



Микола ЧЕПІЛКО