

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова комісії з реорганізації НАУ,
в.о. ректора Національного авіаційного
університету



Ксенія СЕМЕНОВА

« 05 » _____ 2024 року

ВИСНОВОК

Національного авіаційного університету (далі – НАУ) про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Салюка Олександра Олексійовича на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” на тему “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів”

ВИТЯГ

із протоколу № 35 розширеного засідання
кафедри авіаційних комп’ютерно-інтегрованих комплексів
Національного авіаційного університету від 28 жовтня 2024 року

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники кафедри авіаційних комп’ютерно-інтегрованих комплексів:

Синеглазов Віктор Михайлович., д.т.н, проф., завідувач кафедри;
Сущенко О.А., д.т.н., проф., професор кафедри;
Філяшкін М.К., к.т.н., проф., професор кафедри;
Сергеев І.Ю., к.т.н., доц., професор кафедри;
Смірнов О.І., к.т.н., доц., доцент кафедри;
Василенко М.П., к.т.н., доцент кафедри;
Горбатюк В.С., к.т.н., старший викладач кафедри;
Долгоруков С.О., к.т.н., старший викладач кафедри;
Кеменяш Ю.М., старший викладач;
Хоцянівський В.П., аспірант кафедри;
Салюк О.О., аспірант кафедри.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники інших кафедр НАУ:

Грищенко Ю.В., д.т.н., доц., професор кафедри авіоніки та систем управління;
Чіковані В.В., д.т.н., доц., професор кафедри авіоніки та систем управління;
Кучеров Д.П., д.т.н., проф., професор кафедри комп’ютеризованих систем управління.

Присутні на засіданні науково-педагогічні працівники з інших навчальних закладів:

Житецький Л.С., к.т.н., с.н.с., завідувач відділу Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України та МОН України.

Кузнецов Б.І., д.т.н., проф., завідувач відділу магнетизму технічних об'єктів Інституту енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України;

Осадчий С.Н., д.т.н, проф., завідувач кафедри конструкції повітряних суден, авіадвигунів та підтримання льотної придатності Льотної академії НАУ.

Слухали:

Доповідь здобувача кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів Національного авіаційного університету Салюка Олександра Олексійовича на тему “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування” за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології”.

Тему дисертаційного дослідження “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів” затверджено на засіданні Вченої ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій 9 листопада 2023 року, протокол № 9.

Науковий керівник Сущенко О.А., д.т.н., проф., професор кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів Національного авіаційного університету.

Доповідач обґрунтував актуальність обраної теми, визначив мету, завдання, методи дослідження, охарактеризував об'єкт та предмет дисертації, виклав основні наукові положення та висновки, що виносяться на захист, вказав основні наукові та практичні результати, надав інформацію про впровадження результатів дослідження.

Автором зазначено, що однією з важливих проблем в галузі приладобудування є необхідність вдосконалення методів та процедур проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів, що дозволяє підвищити характеристики проєктованих систем та зменшити терміни проєктування. Актуальність проведеного дослідження полягає у створенні систем просторової стабілізації, які характеризуються високою точністю та надійністю, з метою їх використання для стабілізації обладнання (інформаційно-вимірювальні та спостережувальні пристрої) рухомих об'єктів.

Дисертант проаналізував основні прикладні застосування платформних систем просторової стабілізації та визначив особливості проєктування таких систем. Він зазначив, що подальше вдосконалення систем просторової стабілізації потребує створення нових та вдосконалення існуючих методів та процедур проєктування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів.

Автор вдосконалив математичний опис систем просторової стабілізації

обладнання рухомих об'єктів. Представлено математичні описи одновісної, двовісної та тривісної систем стабілізації. Представлено детальний математичний опис на прикладі системи просторової стабілізації обладнання наземних рухомих об'єктів. Запропоновано об'єднану модель об'єкта стабілізації та двигуна, що є актуальним для багатомасових систем. Головною особливістю вдосконалених математичних описів є урахування нелінійностей. В математичних описах систем багатовісної стабілізації акцент робиться на описах у просторі станів з урахуванням взаємозв'язків між каналами.

Автор запропонував метод синтезу структури контролепридатної системи стабілізації. З цією метою було визначено узагальнений показник контролепридатності з урахуванням важливості його складових та принципи узагальненого формалізованого опису структури системи. Представлено підхід до визначення допустимих значень параметрів системи із урахуванням інструментальної та методичної складових достовірності контролю. Запропоновано вдосконалений метод робастної параметричної оптимізації системи просторової стабілізації на основі змішаного H_2/H_{∞} підходу шляхом введення додаткової штрафної функції, яка враховує вимоги до найбільш важливих характеристик систем досліджуваного типу.

Автор зазначив, що у роботі представлено сукупність методів та процедур проектування системи просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів, включаючи новий метод синтезу структури контролепридатної системи та вдосконалений метод параметричного синтезу робастної системи, а також процедури вибору основних складових системи просторової стабілізації, визначення допустимих параметрів, моделювання основних складових та синтезованої системи.

Розроблені методи та процедури суттєво скорочують терміни проектування та зменшують його трудомісткість, що призводить до значного економічного ефекту. При цьому підвищується конкурентоздатність проєктованих систем.

Структура та обсяг дисертації зумовлена метою дослідження та складаються з анотацій державною та англійською мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, та списку використаних джерел.

Запитання до здобувача:

1. **Кучеров Д.П.**, д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютеризованих систем управління НАУ.

Запитання: Процес створення будь-якої системи виконується в умовах невизначеності, чи враховували ви це у вашій роботі?

Відповідь: Дякую за запитання. Так, в роботі синтез регулятора системи просторової стабілізації виконується на основі робастних підходів, призначених для проектування систем управління в умовах невизначеності, зумовлених параметричними та координатними збуреннями. Складовою критерію оптимізації є H -нескінченість норма, яка характеризує робастність системи, тобто її властивість функціонувати в умовах збурень.

2. **Чіковані В.В.**, д.т.н., професор, професор кафедри авіоніки та систем

управління НАУ.

Запитання: Які сучасні інерціальні датчики доцільно використовувати в системах досліджуваного типу?

Відповідь: Дякую за запитання. В системах досліджуваного типу недоцільно використовувати лазерні гіроскопи. Таки ж типи гіроскопів як волоконно-оптичні, вібраційні та МЕМС-гіроскопи можуть застосовуватись як складові систем просторової стабілізації. Це пов'язано з необхідністю виконання таких вимог як стійкість до ударів.

3. Грищенко Ю.В., д.т.н., доцент, професор кафедри авіоніки та систем управління НАУ.

Запитання: З якою метою виконано дослідження зв'язку між інструментальною та методичною складовими достовірності контролю та характеристиками вимірювача?

Відповідь: Дякую за запитання. Це дослідження виконано з метою можливості обґрунтованого визначення допустимих значень основних параметрів системи.

4. Філяшкін М.К., к.т.н., проф., професор кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Запитання: Поясніть, що таке гіроскопічний тахометр і чому саме цей прилад був обраний вами для представлення в математичному описі?

Відповідь: Дякую за запитання. Гіроскопічний тахометр – це гіроскопічний прилад, який вимірює кутову швидкість об'єкта, на якому він встановлений, в інерціальному просторі. Цей прилад заснований на гіроскопі з двома ступенями вільності. Цей прилад обрано для математичного опису, оскільки прилади такого типу використовують в існуючих системах просторової стабілізації і це датчик вітчизняного виробництва. Крім того, проведення досліджень з датчиками іншого типу потребує лише заміни математичної моделі. Наприклад, у МЕМС гіроскопів передатна функція має такий же вигляд, звичайно, з іншими параметрами. В деяких випадках в математичних моделях системи просторової стабілізації можна враховувати лише коефіцієнт передачі датчика кутової швидкості, а динамікою приладу можна знехтувати.

5. Смірнов О.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Запитання: Як задається кутова швидкість у системі стабілізації?

Відповідь: Дякую за запитання. Існує три основних способи завдання кутової швидкості у системі просторової стабілізації: з використанням датчиків зображень, за допомогою оператора з пультом керування або джойстиком та завданням певних координат.

6. Синєглазов В.М., д.т.н., проф., завідувач кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Запитання: Для яких об'єктів стабілізації призначена досліджувана система?

Відповідь: Дякую за запитання. Система призначена для стабілізації інформаційно-вимірювальних та спостережувальних приладів, що

функціонують на рухомих об'єктах різного типу: літальних апаратах, морських та наземних рухомих об'єктах. До таких приладів, наприклад відносяться відеокамери, антени, оптичні датчики, пристрої лазерного сканування.

7. Смірнов О.І., к.т.н., доцент, доцент кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Запитання: Чи передбачається корекція від інерціальної навігаційної системи у вашій роботі?

Відповідь: Дякую за запитання. Ця проблема виходить за рамки мого дослідження. Але це питання може бути вирішено у разі встановлення інерціальної навігаційної системи на рухомому об'єкті або навіть за допомогою дистанційного зв'язку.

8. Синєглазов В.М., д.т.н., проф., завідувач кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Запитання: Який математичний апарат Ви використовуєте для створення математичного опису системи просторової стабілізації?

Відповідь: Дякую за запитання. Математична модель реалізована за допомогою обчислювального середовища MATLAB, включаючи Control System Toolbox, Robust System Toolbox та Simulink. Такий підхід дозволяє виконувати синтез системи стабілізації з урахуванням робастних підходів та виконувати моделювання синтезованої системи з урахуванням нелінійностей, притаманних реальним системам, що найкращім чином відповідає прикладним застосуванням.

9. Кузнецов Б.І., д.т.н., проф., завідувач відділу магнетизму технічних об'єктів Інституту енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України.

Запитання: Як ви вирішуєте задачу визначення компромісу між показниками якості та робастності системи під час параметричного синтезу системи просторової стабілізації?

Відповідь: Дякую за запитання. Компроміс досягається за допомогою введення у критерій оптимізації вагових коефіцієнтів при H_2 та H_{∞} нормах, які характеризують точність та робастність системи відповідно. Змінюванням вагових коефіцієнтів під час інтерактивної процедури оптимізації можна досягти більшої точності або більшої робастності відповідно до вимог, що надаються до системи.

Висновок наукового керівника.

Після відповідей на запитання було озвучено висновок наукового керівника Сущенко Ольги Андріївни, д.т.н., проф., професора кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів НАУ.

Зазначено, що дисертант успішно виконав індивідуальний план наукової роботи та індивідуальний навчальний план. Підготовлена дисертація готова до захисту. У роботі опрацьовано достатньо велику кількість джерел інформації, у тому числі англійською мовою, що дало змогу використати світові наукові досягнення.

У процесі виконання роботи дисертант показав вміння самостійно

вирішувати поставлені наукові задачі та прагнення до підвищення свого освітнього і професійного рівня. Дисертант виявив вміння проводити наукові дослідження, приймав участь у науково-дослідних роботах, має наукові публікації та доповіді у наукових конференціях, у тому числі під егідою IEEE, що індексуються у міжнародній науково-метричній базі Scopus.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею, яка націлена на вирішення актуальної наукової задачі, відповідає спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”, а її автор Салюк Олександр Олексійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії, на підставі Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, який затверджено Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року.

Науковий керівник запропонував затвердити позитивний висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів зазначеної дисертації та рекомендувати її до захисту на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування”, за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Обговорення дисертаційного дослідження.

Чіковані М.П., д.т.н., доцент, професор кафедри авіоніки та систем управління НАУ.

Професор зазначив, що робота є ґрунтовним дослідженням. Зокрема, запропоновано сукупність методів та процедур проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів. Робота відповідає вимогам для галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування”, у тому числі за рахунок розробки методів синтезу системи стабілізації системи. Актуальність дисертаційного дослідження підтверджується потребою України у вдосконалених системах, що можуть підвищити точність та надійність стабілізації обладнання, встановленого на наземних рухомих об’єктах.

Автор має належну кількість публікацій – 12, 10 з яких представлено в фахових виданнях категорії Б, а 2 в іноземних періодичних виданнях з індексацією у міжнародній науково-метричній базі Scopus. Результати дослідження апробовані на наукових конференціях (11 доповідей). З них 9 опубліковано у збірках доповідей, що розміщені у міжнародній науково-метричній базі Scopus.

Загалом дисертаційна робота є завершеною та такою, що відповідає вимогам 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.

Кучеров Д.П., д.т.н., проф., професор кафедри комп’ютеризованих систем управління НАУ.

Наукове дослідження є змістовним, спрямоване на розв’язання

актуальних наукових задач. Автор достатньо обґрунтував пропозиції, які викладені у дисертації. Робота є добре структурованою, автором опубліковано належну кількість праць та здійснено значну кількість апробацій, включаючи виступи на міжнародних конференціях під егідою IEEE.

Отримані дисертантом результати мають наукову новизну, важливе теоретичне та практичне значення, тому здобувач заслуговує на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Філяшкін М.П., к.т.н., проф., професор кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Вважаю, що здобувачем проведено великий обсяг робіт. Підтримую дисертаційне дослідження та вважаю, що його автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії.

Кузнецов Б.І., д.т.н., проф., завідувач відділу магнетизму технічних об'єктів Інституту енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України.

Вважаю, що найбільш ваговими науковими результатами, отриманими в роботі, є наступні положення. При синтезі систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів використані сучасні підходи робастного параметричного синтезу на основі змішаного H_2/H_{∞} -підходу за рахунок введення додаткової штрафної функції на основі найбільш важливих вимог до системи. Змішана робастна параметрична оптимізація обладнання рухомих об'єктів виконана за допомогою генетичних алгоритмів та проведено порівняння ефективності їх застосування щодо алгоритму Нелдера-Міда. Всі результати по синтезу та моделюванню систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів отримані за допомогою сучасних пакетів системи MATLAB (Control System Toolbox, Robust Control Toolbox, Simulink).

Результати роботи добре опубліковані та апробовані на багатьох міжнародних конференціях.

В результаті можна зробити висновок щодо відповідності дисертаційної роботи вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах). Слід зазначити також, що дисертація відповідає спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування».

Синєглазов В.М., д.т.н., проф., завідувач кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих систем НАУ.

Вважаю, що робота відбулась. Пропозиції та зауваження, надані при попередньому розгляді дисертаційних досліджень, дисертантом враховані. Робота є актуальною, комплексною, структурованою, містить пропозиції для актуальних прикладних застосувань, включаючи обладнання наземних рухомих об'єктів. Також робота відповідає встановленим вимогам. Підтримую роботу і бажаю успіхів дисертанту.

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації на тему “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування” за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”

Актуальність теми дослідження та її зв’язок із планами науково-дослідних робіт. Проблема проектування нових систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів є актуальною в усьому світі. Створення високоточних систем стабілізації обладнання рухомих об’єктів, спроможних ефективно працювати в жорстких умовах реальної експлуатації, забезпечує сучасний рівень технічного розвитку країни.

Розв’язання задач просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів можливе за умови використання систем управління, побудованих на підставі сучасних науково-обґрунтованих підходів. Слід зазначити, що покращання характеристик інформаційно-вимірювальних пристроїв, що складають обладнання рухомих об’єктів, може виявитись марним без високоточної стабілізації основи, на якій вони встановлюються. Задача ускладнюється тим, що експлуатація згаданих вище інформаційно-вимірювальних пристроїв здійснюється в умовах руху об’єктів і супроводжується дією значних зовнішніх збурень. Так, експлуатація обладнання літальних апаратів супроводжується дією аеродинамічних збурень, обладнання морських рухомих об’єктів – дією збурень, зумовлених регулярними та нерегулярними морськими хвилюваннями, наземних рухомих об’єктів – дією нерівностей рельєфу доріг та місцевості. Ці обставини роблять процес проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів складним і вимагають створення нових методик його реалізації.

Зазвичай системи просторової стабілізації рухомих об’єктів проектуються в умовах неструктурованих та структурованих параметричних невизначеностей та експлуатуються в умовах зовнішніх збурень. Тому для даного дисертаційного дослідження важливі робастні підходи до синтезу законів управління.

Слід зазначити, що представлена методика створення системи просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів орієнтована на початкові етапи проектування (попереднє та ескізне). Саме тому розробка зазначеної вище методики є важливою для забезпечення високої якості спроектованої системи, адже усування похибок проектування після створення апаратної реалізації системи є складним, потребує багато коштів та часу, а іноді взагалі неможливе.

Дана робота є складовою частиною досліджень, що проводяться в Національному авіаційному університеті і спрямовані на підвищення якості систем управління рухомих об’єктів широкого класу, зокрема державної науково-дослідної роботи «Розроблення інтегрованої системи управління польотом групи дронів», № Держреєстрації 0121U109490, у який здобувач був

виконавцем окремих розділів.

Тема дисертації відповідає освітньо-науковій програмі “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” галузі знань 51 “Автоматизація та приладобудування” в НАУ (зокрема, ОК 1.3.1, ОК 1.3.4 та ОК 1.3.5).

Формулювання наукового завдання, вирішення якого отримано в дисертації. У дисертаційній роботі вирішено нову науково-прикладну проблему щодо розробки та вдосконалення методів та процедур проектування систем просторової стабілізації інформаційно-вимірвальних систем та пристроїв спостереження, що зберігають високі показники точності та надійності в умовах інтенсивних збурень під час експлуатації рухомих об’єктів

Наукові положення, розроблені особисто здобувачем, та їх новизна

У результаті проведеного дисертаційного дослідження отримано такі нові наукові результати:

вперше

розроблено сукупність методів та процедур проектування робастних систем просторової стабілізації, які відрізняються від відомих тим що, вони побудовані на основі нового способу оцінки здатності системи до контролю та модифікованої теорії робастної оптимізації, що забезпечує підвищення точності та надійності систем стабілізації в умовах параметричних та координатних збурень.

запропоновано метод синтезу структури контролепридатних систем просторової стабілізації який відрізняється від відомих тим що використовує модифіковану метрику з урахуванням контролепридатності системи, що підвищує надійність систем та їх стійкість до відмов.

удосконалено

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

отримав подальший розвиток

математичний опис систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів на основі урахування нелінійностей притаманних реальних систем та розроблення математичних описів у просторі станів для багатовісних систем стабілізації.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків, рекомендацій, які захищаються.

Наукові положення, висновки й рекомендації, сформульовані в дисертації, відповідають вимогам до наукових досліджень. Обґрунтованість та достовірність наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, забезпечуються:

- чіткою структурою дослідження, послідовним викладенням матеріалу та взаємозв’язком окремих розділів дисертації;

- використанням достатньої кількості джерел інформації;

- коректним застосуванням математичного апарата.

Наукове значення роботи полягає у вирішенні нової науково-

прикладної проблеми – вдосконаленні методів та процедур проектування системи просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів, що функціонують в складних умовах, які супроводжуються дією параметричних та координатних збурень..

Практичне значення та використання результатів дисертаційного дослідження полягає у застосуванні розробленої методики проектування при створенні 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 нейромрежі із часовою затримкою, що підвищує точність стабілізації в умовах експлуатації.

Розроблені процедури суттєво скорочують терміни проектування та зменшують його трудомісткість, що призводить до значного економічного ефекту. При цьому підвищується конкурентоздатність проєктованих систем.

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

Результати даної дисертаційної роботи використані Приватним акціонерним товариством «РАМЗАЙ» під час створення системи стабілізації приладового обладнання, призначеного для експлуатації на безпілотному літальному апараті (довідка впровадження № 42 від 19.03.2024). Результати роботи також впроваджені на АТ «ЕЛМІЗ» для моделювання гіроскопічних систем (довідка впровадження №389-ЄЯ від 16.09.24).

Результати даної дисертаційної роботи запроваджено у навчальний процес кафедри як матеріал лекцій та практичних занять з дисциплін «Проектування пристроїв та систем управління» та «Експериментальні випробування та дослідження складних систем», «Оптимальні системи керування літальними апаратами та рухомими об'єктами», а також в бакалаврських та магістерських дипломних роботах для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (акт впровадження від 25.06.2024).

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора. Дисертація “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об'єктів” Салюка Олександра Олексійовича є самостійною науковою працею, в якій наведено теоретичні положення і висновки, власні ідеї та розробки автора, які дають змогу вирішити поставлені завдання. Усі висновки та практичні рекомендації, винесені на

захист, розроблені дисертантом особисто.

Найважливіші ідеї, висновки, рекомендації, отримані в дисертації, оприлюднені на наукових та науково-практичних конференціях, у тому числі міжнародних, всеукраїнських та за міжнародною участю: “Aviation in the XXI-st century. Safety in aviation and space technology” (Kyiv, 2022), “IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies” (Lviv, 2021), “IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development” (Kyiv, 2021), “IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD systems” (Jaroslaw, Poland, 2021), “IEEE 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies” (Wroclaw, Poland, 2023), “IEEE 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies” (Athens, Greece, 2023), “IEEE 7th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control” (Kyiv, 2023), “IEEE 19th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design” (Zozuli, 2024).

Основні положення та результати дисертаційного дослідження викладено в 23 наукових публікаціях, серед них 10 публікацій у наукових фахових виданнях України, 2 статті у закордонному періодичному виданні; 11 публікацій у збірниках матеріалів конференцій, 9 із них входять до міжнародної наукометричної бази даних (Scopus).

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у фахових виданнях України

1. Sushchenko O.A., Golitsyn V.O., Salyuk O.O. Automated design of autonomous vector measuring instruments. Electronics and Control Systems. 2020. Vol. 2. No. 64. P. 80-86.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Постановка задачі автоматизованого проектування векторних автономних вимірювачів.

Особистий внесок Golitsyn V.O. Програмна реалізація процедур автоматизованого проектування векторних автономних вимірювачів.

Особистий внесок Salyuk O.O. Алгоритмічне забезпечення процедур автоматизованого проектування векторних автономних вимірювачів.

2. Sushchenko O.A., Salyk O.O., Yehorov S.H. Features of modelling stabilization digital system of ground vehicle equipment. Electronics and Control Systems. 2020. Vol. 3. No 65. P. 62–71.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Опис системи стабілізації обладнання наземного рухомого об'єкта.

Особистий внесок Salyuk O.O. Моделювання цифрової системи стабілізації обладнання наземного рухомого об'єкта.

Особистий внесок Yehorov S.H. Підготовка даних до моделювання.

3. Sushchenko O.A., Salyk O.O., Yehorov S.H. Simulation of inertially stabilized platforms. Electronics and Control Systems. 2022. Vol. 3. No 73. P. 40–46.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Характеристика інерціальних стабілізованих платформ.

Особистий внесок Salyuk O.O. Принципи моделювання інерціальних стабілізованих платформ.

Особистий внесок Yehorov S.H. Підготовка даних до моделювання.

4. Sushchenko O.A., Salyk O.O., Yehorov S.H. Principles of designing of inertially stabilized platforms. Electronics and Control Systems. 2022. Vol. 4. No 74. P. 44–50.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Формулювання завдання.

Особистий внесок Salyuk O.O. Принципи проектування інерціальних стабілізованих платформ.

Особистий внесок Yehorov S.H. Підготовка даних до моделювання.

5. Sushchenko O.A., Salyk O.O. Designing control laws in tracking and stabilization loops of inertially stabilized platforms. Electronics and Control Systems. 2023. Vol. 1. No 75. P. 61–67.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Характеристика режимів наведення та стабілізації системи просторової стабілізації.

Особистий внесок Salyuk O.O. Процедури синтезу законів управління в контурах наведення та стабілізації систем просторової стабілізації.

6. Sushchenko O.A., Salyk O.O. H2/Hinf Optimization of system for stabilization of moving vehicles equipment using two types of penalty functions. Electronics and Control Systems. 2023. Vol. 2. No 76. P. 61–67.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Характеристика робастних систем та основних підходів до їх оптимізації.

Особистий внесок Salyuk O.O. Змішана робастна параметрична H2/Hinf-оптимізація системи стабілізації обладнання рухомих об'єктів з штрафними функціями двох типів.

7. Salyuk O.O. Mathematical description of systems for space stabilization of equipment assigned for operation on moving vehicles. Electronics and Control Systems. 2023. Vol. 3. No. 77. P. 53-59.

8. Sushchenko O.A., Salyk O.O., Yehorov S.H. Researching indices of reliability of navigation parameters meters checking Electronics and Control Systems. 2023. No. 4. P. 64-70.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Аналіз виразів для інструментальної достовірності контролю.

Особистий внесок Salyuk O.O. Процедура визначення допустимих параметрів системи у взаємозв'язку з показниками вірогідності контролю навігаційних вимірювачів.

Особистий внесок Yehorov S.H. Побудування графічних залежностей.

9. Sushchenko O.A., Salyk O.O. Basic Stages of Technique for Designing Systems of Stabilization for Moving Vehicles Equipment. Electronics and Control Systems. 2024. Vol. 1. No. 79. P. 32-38.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Обґрунтування актуальності нових підходів до проектування систем стабілізації обладнання рухомих об'єктів.

Особистий внесок Salyuk O.O. Основні етапи методики проектування систем стабілізації обладнання рухомих об'єктів.

10. Sushchenko O.A., Salyk O.O. Synthesis of Robust System for Spatial

Stabilization of Ground Vehicle Equipment. Electronics and Control Systems. 2024. Vol. 2. No. 80. P. 50-57.

Особистий внесок Sushchenko O.A. Особливості, переваги та недоліки робастних систем управління,

Особистий внесок Salyuk O.O. Процедура синтезу робастної системи просторової стабілізації обладнання наземних рухомих об'єктів.

Статті у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз:

11. Sushchenko O., Salyuk O. Approach to automated synthesis of structure for aircraft control system. Lecture Notes in Networks and Systems. 2023. Vol. 736. P. 73–83.

Особистий внесок Sushchenko O. Особливості синтезу автоматизованими засобами в проблематиці систем управління.

Особистий внесок Salyuk O. Синтез структури контролепридатної системи управління.

12. Sushchenko O., Bezkorovainyi Y., Salyuk O., Yehorov S. Mathematical description of system for stabilization of aviation equipment in problems of synthesis and simulation. Lecture Notes in Networks and Systems. 2024. Vol. 992. P. 73–85.

Особистий внесок Sushchenko O. Актуальність використання математичних моделей в задачах синтезу та моделювання.

Особистий внесок Bezkorovainyi Y. Огляд можливостей програмної реалізації математичних моделей.

Особистий внесок Salyuk O. Математичні моделі системи стабілізації авіаційного обладнання, призначені для розв'язання задач синтезу та моделювання.

Особистий внесок Yehorov S. Підготовка даних для моделювання. Особистий внесок: методика синтезу структури системи управління.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

13. Sushchenko O.A., Golitsyn V.O., Salyuk O.O., Yehorov S.G. Automated procedures for design of measuring instruments of vector parameters. The Proceedings of IEEE 6th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control. (Kyiv, 20–23 October 2020), Kyiv, 2020. P. 89–92.

14. Sushchenko O.A., Bezkorovainyi Y.M., Salyuk O.O. Modeling optimization process in design of robust systems. The Proceedings of 2021 IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies. (Lviv, 5–7 May 2021), Lviv, 2021. P. 208-211.

15. Sushchenko O.A., Bezkorovainyi Y.M., Golitsyn V.O., Salyuk O.O. Thermal Calibration and Filtration of MEMS Inertial Sensors. The Proceedings of IEEE 17th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design. (Lviv 12–16 May 2021), Lviv, 2021. P. 188–192.

16. Sushchenko O.A., Bezkorovainyi Y.M., Golitsyn V.O., Salyuk O.O. Mathematical Modeling of Non-orthogonal Measuring Device. The Proceedings of

11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies. (Deggendorf, Germany, 15–17 September 2021), Deggendorf, 2021. P. 136–140
Scopus

17. Sushchenko O.A., Melnyk, Y.V., Bezkorovainyi Y.N., Salyuk O.O. Features of Simulating Inertially Stabilized Platforms for UAVs. The Proceedings of IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development. (Kyiv, 22–24 October 2021), Kyiv, 2021. P. 134–138.

18. Sushchenko O.A., Bezkorovainyi Y.N., Kovalenko A., Salyuk O.O. Approach for automated designing robust systems for stabilizing data measuring sensors. The Proceedings of 2023 IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD systems. (Jaroslaw, Poland, 22–25 February 2023), Jaroslaw, 2023. P. 1–5.

19. Sushchenko O., Bezkorovainyi Y., Salyuk O., Kovalenko A. Determining performances of inertially stabilized platform based on mathematical modelling. The Proceedings of 2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies. (Wroclaw, Poland, 21–23 September 2023), Wroclaw, 2023. P. 147-150.

20. Sushchenko O.A., Salyuk O.O. Synthesis of structure for testable control system. The Proceedings of 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies. (Athens, Greece, 13–15 October 2023), Athens, 2023. P. 1–5.

21. Sushchenko O.A., Bezkorovainyi Y.M., Salyuk O.O. Two-contour system for stabilization of equipment for moving vehicles. The Proceedings of IEEE 7th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control. (Kyiv, 24–27 October 2023), Kyiv, 2023. P. 54–59.

22. Sushchenko O., Bezkorovainyi Y., Salyuk O., Zhdanov O. Adaptive finite Impulse Response Filter Based on Time Delay Neural Network. The Proceedings of IEEE 19th International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (Zozuli, Lviv Region 16–19 May 2024), Zozuli, Lviv Region, 2024. P. 7–11.

23. Sushchenko O.A., Salyuk O.O. Математична модель робастної двохосної системи стабілізації і наведення інформаційно-вимірювальних пристроїв. The proceedings of the tenth World Congress "Aviation in the XXI-st century. Safety in aviation and space technology". (Kyiv, 28–30 September 2022). Kyiv, 2022. P. 3.2.31-3.2.36.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, 4 розділів основної частини, висновків і списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації становить 150 сторінок, із них – 119 основного тексту. Робота містить 43 рисунки, 7 таблиць,. Список використаних джерел налічує 107 найменувань.

Оцінки мови та стилю дисертації. Текст дисертації викладено грамотною мовою, логічно та послідовно. Матеріали дослідження викладені з дотриманням вимог наукового стилю. Дисертація оформлена згідно з вимогами Міністерства освіти і науки України.

Характеристика особистості здобувача. Під час підготовки

дисертаційної роботи Салюк О.О. проявив себе як творчий дослідник і науковець, здатний самостійно на високому науково-методичному рівні вирішувати наукові та практичні завдання. Він повною мірою володіє сучасними методами проектування стабілізаційних платформ, має належний рівень теоретичної та практичної підготовки.

УХВАЛЕНО:

1. Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Салюка Олександра Олексійовича на тему “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів”.

2. Вважати, що за актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованістю, науковою та практичною цінністю здобутих результатів дисертація Салюка Олександра Олексійовича відповідає спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно - інтегровані технології” та 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.

3. Рекомендувати дисертаційну роботу “Методика проектування систем просторової стабілізації обладнання рухомих об’єктів”, подану Салюком Олександром Олексійовичем на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 “Автоматизація та приладобудування”, за спеціальністю 151 “Автоматизація та комп’ютерно - інтегровані технології” до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

4. Рекомендувати Вченій раді НАУ клопотати про призначення:

Головою разової спеціалізованої вченої ради:

Чіковані Валерія Валеріановича, доктора технічних наук, доцента, професора кафедри авіоніки та систем управління НАУ.

Рецензентами:

Кучерова Дмитра Павловича, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп’ютеризованих систем управління НАУ.

Філяшкіна Миколу Кириловича, кандидата технічних наук, професора, професора кафедри авіаційних комп’ютерно-інтегрованих комплексів НАУ;

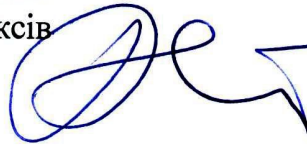
Офіційними опонентами:

Бурау Надію Іванівну, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри комп’ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Зозулю Валерія Анатолійовича, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри цифрової економіки та системного аналізу Державного торговельно-економічного університету.

Головуючий на засіданні:

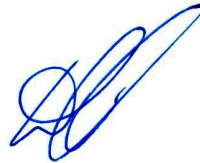
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри авіаційних
комп'ютерно-інтегрованих комплексів
НАУ



Віктор СИНЕГЛАЗОВ

Секретар засідання:

кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри авіаційних
комп'ютерно-інтегрованих комплексів
НАУ



Сергій ДОЛГОРУКОВ

ПОГОДЖЕНО:

Проректор з наукових досліджень та
трансферу технологій НАУ,
д.т.н., професор



Сергій ГНАТЮК