

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гуриненка Станіслава Олеговича

на тему «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій»,
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.

На сьогодні використання апаратів підводної робототехніки є важливим для моніторингу стану забрудненості водного середовища, обстеження підводних трубопроводів (Autonomous Pipeline Inspection), знищення морських мін (Single Sortie Detect-to-Engage), будівництво і технічне обслуговування (IMR services, Intervention) в морському нафто-газовидобуванні. Використання апаратів підводної робототехніки зможе значно поліпшити захист акваторій та територіальних вод. Тривале функціонування як самого підводного апарата так і його систем, таких як системи орієнтації навігації та управління, для успішного виконання поставлених перед апаратом завдань – важлива науково-технічна проблема, яка потребує комплексного вирішення, що і наводиться у дисертаційній роботі. Актуальність досліджень дисертаційної роботи належить до пріоритетних напрямків розвитку України як морської та технологічної держави.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукові результати дисертаційної роботи Гуриненка С.О. в основному обґрунтовані. Наукова новизна результатів дослідження полягає в наступному:

Наведено комплексний підхід щодо оцінки та визначення властивостей об'єкта управління, орієнтації та навігації, які впливають на подальшу розробку, дослідження, інтегрування та впровадження комплексних систем управління та навігації. Дослідженні залежності параметрів систем орієнтації та навігації, що побудовані на базі МЕМС технологій та їх похибок від напрямку руху автономного безпілотного підводного апарата класу міні;

Достовірність отриманих наукових результатів забезпечується широко апробованими на практиці традиційними методами аналітичного аналізу, чисельним моделюванням та порівнянням отриманих результатів із відомими результатами подібних робіт.

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 Гуриненка С.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 151 - «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Гуриненка Станіслава Олеговича 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.

Довідка про оригінальність дисертації Гуриненка Станіслава Олеговича, поданої на здобуття ступеня доктора філософії свідчить про те, що в роботі схожість складає всього 4,8%, тобто здобувач самостійно проводив дослідження із дотриманням принципів та засад академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Розділи дисертаційного дослідження структуровані та вибудовують логічну послідовність, яка описує комплексність проведення дослідження. Написання кожного розділу включає у себе застосування загальноприйнятих технічних та конструкторських термінів, які використовуються як у практичній діяльності так і в науковій.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 176 сторінок.

У вступі показано актуальність проведення дослідження. Сформульовано мету та завдання дослідження. Визначено об'єкт, предмет та методи дослідження. Описано наукову новизну отриманих результатів. Наведено апробацію отриманих результатів. Показано особистий внесок здобувача та зв'язок роботи із науковими програмами темами та грантами.

У першому розділі розглядаються загальні характеристики безпілотних підводних апаратів, їх класифікація та завдання, які виконують підводні апарати. Проаналізовано функціональні можливості автономного безпілотного підводного апарата (АБПА) та телекерованого безпілотного підводного апарата (ТБПА) та наведено переваги АБПА перед ТБПА. Наведено сучасний стан розвитку кожного класу АБПА, проаналізовано конструкцію апарата та проаналізовано склад бортової апаратури. Наведено загальні тенденції розвитку систем керування, орієнтації та навігації. Проведено огляд раніше виконаних

робіт, який розділяє дослідження на дослідження систем керування та дослідження систем орієнтації та навігації. Розділ завершується формулюванням мети та завданням наукового дослідження.

У другому розділі проводиться аналіз об'єкта. За результатами огляду у першому розділі, обрано АБПА класу Міні, для якого описано та наведено інформаційно-структурну модель розробки системи автоматичного керування АБПА. Проведено геометричне моделювання та чисельні дослідження для різних режимів руху із застосуванням спеціалізованих САПР. Результати дослідження другого розділу показують вплив конструкції на керованість апарата та його характер руху при виконанні різних фігур пілотажу, які можуть бути здійсненні у підводному середовищі.

У третьому розділі проводиться моделювання систем орієнтації та навігації. Показано схеми побудови систем орієнтації та навігації і наведено переваги і недоліки кожної із схем. Обрано найбільш широковідому схему побудови ІНС. Наведено інформаційно-структурну модель комплексного дослідження ІНС. Наведено формули вихідних сигналів МЕМС чутливих елементів (акселерометра та гіроскопа) враховують коефіцієнти, які наведено у технічному описі пристроїв. На основі формул вихідних сигналів розроблено імітаційні моделі, які у подальшому використовуються для дослідження та моделювання обраної схеми побудови ІНС. Для алгоритмічної побудови ІНС розглянуто переваги та недоліки найпоширеніших алгоритмів обрахунку. Обґрунтовано вибір алгоритму обрахунку на основі матриці напрямних косинусів (рівняння Пуассона). За типовим режимом руху (прямолінійний рух) та типовою швидкістю апарата, яка наведена у першому розділі, проведено моделювання ІНС із різним напрямком руху. Визначено як впливає зміна напрямку руху апарата на показання швидкості. Встановлено, що похибки визначення координат місцеположення та швидкості не перевищують похибок обраних сенсорів.

У четвертому розділі проводиться синтез та імітаційне моделювання системи керування. Наведено структурно-функціональну схему автоматичного керування. Розглянуто загальну систему рівнянь руху апарата. На основі загальної системи рівнянь виведено окремі канали за якими будуються та розробляються системи керування. Рівняння окремих каналів керування враховують конструкцію апарата, яку обрано та обґрунтовано у другому розділі. Розглянуто шляхи поліпшення якості керування шляхом впровадження у схему каналу керування ПД регулятора.

Список літератури складає 144 пункти. У списку літератури присутні посилання на актуальні дослідження, на технічні описи приладів та апаратів, а також на технічні стандарти, які показують як виконувати верифікацію розробленої моделі.

У додатках наведено проміжні результати моделювання та інформацію яка надає уявлення про наукове та практичне впровадження окремих результатів дисертаційного дослідження.

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 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 8 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 0 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 0 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 0 патентів на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосуються наукових результатів дисертації; 1 патент України на корисну модель; 0 одноосібних монографій, що рекомендовані до друку Вченою радою КПП ім. Ігоря Сікорського та пройшли рецензування.

Також результати дисертації були апробовані на 6 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача оприлюднено у фахових виданнях серед яких журнал категорії А. У відповідності до положень редакцій фахових видань, де публікувався здобувач, кожна із публікацій пройшла відповідне рецензування. Публікації викладені на професійному науково-технічному рівні. В усіх публікаціях наведено відповідні посилання, що підтверджує дотримання принципів академічної доброчесності. Особистий внесок здобувача у публікаціях у співавторстві полягає у проведенні науково-аналітичного пошуку відповідних джерел, аналізу та критиці відповідних знайдених джерел та праць та проведених досліджень у знайдених джерелах, формулюванні завдання на проведення необхідних досліджень, розробка тривимірної конструкції апарата та методології проведення чисельних досліджень.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

З наведених у роботі алгоритмів не зрозуміло, яка математична модель Землі використовувалася при моделюванні роботи БІНС, як розраховуються радіуси кривизни земного еліпсоїда та які використовуються співвідношення для проекцій складових прискорення сили ваги.

Відомо що похибки визначення швидкості та координат при автономної роботі ІНС зростають з часом або змінюються з періодом маятника Шулера, але при моделюванні цей ефект чомусь не було виявлено.

У роботі говориться про нестабільність вертикального каналу ІНС (хоча необхідно говорити про нестійкість цього каналу), але в алгоритмах роботи ІНС

присутня вертикальна швидкість V_z , яка при відсутності вертикального коректора у змозі «розвалити» роботу горизонтальних каналів.

Умовним недоліком можна вважати відсутність огляду щодо розвитку інерціальних MEMS датчиків, а саме до перспектив підвищення їх точності.

Для каналів керування не наводяться закони управління рулями. Відсутній синтез контурів управління.

Проте вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними, 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 Гуриненка Станіслава Олеговича на тему «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій» 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 Автоматизація та приладобудування. 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 Гуриненко Станіслав Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування», за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Офіційний опонент:

Професор кафедри авіаційних
комп'ютерно-інтегрованих
комплексів Національного
авіаційного університету,
кандидат технічних наук, професор

«31» травень 2024 року

Микола ФІЛЯШКІН

