

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України



“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”

к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

“14” березня 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 7/4 від 06.03.2024 р. розширеного засідання
кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем
приладобудівного факультету
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем: завідувач кафедри д.т.н., проф. Бурау Н.І.; професор кафедри д.т.н., проф. Аврутов В.В.; професор кафедри д.т.н., проф. Колобродов В.Г.; професор кафедри д.т.н., проф. Микитенко В.І.; професор кафедри д.т.н., проф. Чиж І.Г.; доцент кафедри к.т.н., доц. Павловський О.М.; доцент кафедри к.т.н. доц. Лакоза С.Л.; доцент кафедри к.т.н., доц. Сокурченко В.М.; доцент кафедри к.т.н., доц. Кучеренко О.К.; доцент кафедри к.т.н., доц. Мураховський С.А.; доцент кафедри к.т.н., доц. Мироненко П.С., доцент кафедри к.т.н., доц. Заморський О.В., доцент кафедри к.т.н., доц. Нестеренко О.І.; ст. викладач кафедри к.т.н Мамута М.С.;

- з кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю: завідувач кафедри д.т.н., доц. Киричук Ю.В.; професор кафедри д.т.н., проф. Куц Ю.В.; професор кафедри д.пед.н., проф. Протасов А.Г.; доцент кафедри к.т.н. доц. Богдан Г.А., доцент кафедри к.т.н. доц Баженов В.Г.;

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:

з кафедри технічних та програмних засобів автоматизації інженерно-хімічного факультету – професор кафедри д.т.н., проф. Жученко А.І.;

з кафедри космічної інженерії - професор кафедри д.т.н., проф. Рижков Л.М..

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Гуриненка Станіслава Олеговича за матеріалами дисертаційної роботи «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 - Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Освітньо-наукова програма - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Тему дисертаційної роботи «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій» затверджено (протокол № 8/20 від "26" жовтня 2020 року) та перезатверджено (протокол № 10/23 від "27" листопада 2023 року) на засіданні Вченої ради приладобудівного факультету

Науковим керівником затверджена д.т.н. проф. Бурау Н.І.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: д.т.н., проф. Колобродов В.Г.; д.т.н., проф. Чиж І.Г.; д.т.н., проф. Рижков Л.М.; д.т.н., проф. Аврутов В.В.; к.т.н. доц. Мураховський С.А.; к.т.н. доц. Лакоза С.Л.; к.т.н. доц. Кучеренко О.К.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: д.т.н., проф. Бурау Н.І.; д.т.н., проф. Жученко А.І.; к.т.н. доц. Баженов В.Г.; д.т.н., проф. Колобродов В.Г.; к.т.н. доц. Заморський О.В.; д.т.н., проф. Чиж І.Г.; д.т.н., проф. Микитенко В.І.

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Створення інтелектуальних рухомих об'єктів багатоцільового призначення для використання у різних фізичних середовищах потребує вдосконалення автоматичних систем керування рухом таких апаратів, забезпечення автономності, надійності, енергоефективності. Для виконання завдань в складних, динамічних і небезпечних підводних середовищах найбільш придатними є автономні безпілотні підводні апарати, функціональні системи яких повинні забезпечувати комплексне вирішення завдань орієнтації, навігації та високої маневреності таких апаратів. Зменшення масо-габаритних характеристик апаратів обумовлює використання елементної бази функціональних систем на основі

мікроелектромеханічних технологій, що потребує проведення наукових досліджень, спрямованих на забезпечення точності, швидкодії, розширення функціональних можливостей систем визначення параметрів орієнтації та навігації, та систем керування рухом.

Вдосконалення систем управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі врахування як конструктивних та гідродинамічних характеристик самого апарату, так і характеристик сучасних мікроелектромеханічних датчиків, є актуальним науково-практичним завданням.

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

Дисертаційні дослідження виконано на кафедрі комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського у відповідності до: Постанови Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2009 року «Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року»; Закону України № 3534-IX від 13.01.2024 «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», а також у рамках пошукової науково-дослідної роботи «Науково-практичні засади створення інтелектуальних рухомих об'єктів багатоцільового призначення» ДРН№0122U200716.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержано такі нові наукові результати:

1. Набув подальшого розвитку дослідницький підхід, що полягає у комплексному оцінюванні об'єкта та врахуванні його гідродинамічних характеристик і параметрів мікроелектромеханічних сенсорів при вдосконаленні системи орієнтації, навігації та керування автономного безпілотного підводного апарата.

2. Встановлено нові функціональні залежності параметрів орієнтації та навігації і їх похибок від напрямку руху та зовнішнього збурення автономного безпілотного підводного апарата класу міні на основі МЕМС технологій.

3. Створено та обґрунтовано інформаційні моделі каналів керування зануренням та зміною кута курсу автономного безпілотного підводного апарата, які враховують інформацію про геометричні та гідродинамічні характеристики об'єкта, задання потрібних значень параметрів руху та обчислення відповідних траєкторій, формування сигналів керування, інформацію про результати керування та значень відхилення глибини та кута курсу.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи полягає в комплексному підході та розвитку методів моделювання та аналізу об'єкту контролю, методів моделювання, аналізу та синтезу систем орієнтації, навігації та управління автономних безпілотних підводних апаратів, в розробці інформаційних моделей каналів керування рухом занурення та за кутом курсу.

Практичне значення результатів роботи полягає в розробці імітаційних моделей чутливих елементів (акселерометра та гіроскопа) інерціальної навігаційної системи, які враховують параметри та характеристики реальних датчиків; розробці імітаційної моделі безплатформної інерціальної

навігаційної системи, яка враховує моделі чутливих елементів та їх характеристики; розробці імітаційних моделей каналів управління автономного безпілотного підводного апарата, які враховують конструкційні та масо-габаритні характеристики апарата. Практичне значення мають розроблені методики проведення комплексного дослідження апарата та його систем, алгоритмічне та програмне забезпечення.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується Актами впровадження у ТОВ «АЙ ЕС АР ТЕХНОЛОДЖИ» (м. Київ) та ПАТ «НТК «ЕЛЕКТРОНПРИЛАД» (м. Київ).

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні положення та результати були представлені на таких міжнародних конференціях та семінарах: XIV Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 2021 р., м. Київ,; 14 міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ПРТК-2021), 2021 р., м. Київ; 2nd International scientific and practical conference. Tokyo, Japan. 2021; 9th International scientific and practical conference. Tokyo, Japan. 2022; XXI Міжнародній науково-технічній конференції “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 2022, м. Київ; 16 міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси» (ПРТК-2023) 2023 р., м. Київ.

Результати досліджень доповідались та обговорювались на наукових семінарах кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Гуриненка С.О. 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 15 наукових публікацій, у тому числі:

- 8 статей у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

в т.ч. 2 статті у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 патент на корисну модель;
- 6 тез виступів на наукових конференціях;

1. Бурау Н.І., Гуриненко С.О. (2023). Аналіз систем автоматичного керування багатоцільового автономного безпілотного підводного апарата із складною динамікою руху. *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*, (65(1), 5–12, ISSN (p) 0321-2211, ISSN (e) 2663-3450. [https://doi.org/10.20535/1970.65\(1\).2023.283195](https://doi.org/10.20535/1970.65(1).2023.283195).

Особистий внесок здобувача: пошук та аналіз систем, огляд їх застосування для забезпечення керування багатоцільового автономного безпілотного підводного апарата, проведено аналіз ефективності запропонованих систем управління, на основі аналізу розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для імітаційного моделювання.

2. Гуриненко С.О., Бурау Н.І. (2023). Огляд математичних та алгоритмічних методів систем автоматичного керування багатоцільового автономного безпілотного підводного апарата із складною динамікою руху. *Measuring and computing devices in technological processes*, (2), 42–48, ISSN 2219-9365. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-74-6>.

Особистий внесок здобувача: огляд та аналіз математичних та алгоритмічних методів та підходів які застосовуються для забезпечення автономного керування багатоцільового автономного безпілотного підводного апарата, проведено аналіз ефективності забезпечення якості та стійкості запропонованих математичних та алгоритмічних методів.

3. Гуриненко, С. О. (2023). Математична та імітаційна моделі мікроелектромеханічного акселерометра автономної інерціальної системи визначення просторового положення та місцезнаходження. *International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics"*, 68(4), 38–50, ISSN 2786-6491. <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2023-4-3>.

4. Гуриненко С.О., Бурау Н.І., Суржок В.О. (2023). Моделювання та аналіз складного руху автономного безпілотного підводного апарата. *Elektronnoe Modelirovanie*, 45(3), 81-91, ISSN 0204–3572, DOI: <https://doi.org/10.15407/emodel.45.03.081>.

Особистий внесок здобувача: постановка задачі моделювання, розробка ескізних та тривимірних моделей та їх підготовка до моделювання, проведення допоміжного моделювання, обрання розрахункового методу для проведення чисельного моделювання із забезпеченнями відповідної точності обрахунків, аналіз впливу особливостей конструкції на гідродинамічні характеристики об'єкта при його складному русі та порівняння отриманих результатів із результатами простого руху.

5. Гуриненко, С.О. (2023). Апаратно-програмний комплекс автономного безпілотного підводного апарата: Огляд. *Measuring and computing devices in technological processes*, (1), 123–129, ISSN 2219-9365. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-73-1-17>.

6. Гуриненко С.О. (2023). Концепт універсального перетворювача інформації як елемента цифрової системи керування. ВЧЕНІ ЗАПИСКИ Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 34(73), № 1, 18-24, ISSN 2663-5941 (Print) ISSN 2663-595X (Online). DOI:<https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/03>.

7. Гуриненко, С. О. (2023). Моделювання, CFD-розрахунків та оцінка гідродинамічних коефіцієнтів автономного безпілотного підводного апарата. *International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics"*, 67(6), 5–13, ISSN 2786-6491. <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2022-6-1>.

8. Бурау, Н. І., Величко, С. М., Гуриченко, С. О. (2021). Моделювання динаміки автономного безпілотного підводного апарата за простого руху. *KPI Science News*, (3), 64-73, ISSN 2617-5509 (друкований), ISSN 2663-7472 (електронний), DOI: <https://doi.org/10.20535/kpissn.2021.3.243586>.

Особистий внесок здобувача: постановка задачі моделювання, розробка тривимірних моделей та їх підготовка до моделювання, обрання розрахункового методу для проведення чисельного моделювання із забезпеченнями відповідної точності обрахунків, проведення моделювання, аналіз конструкцій та результатів моделювання, аналіз впливу особливостей конструкції на гідродинамічні характеристики об'єкта при його простому русі.

9. Патент на корисну модель. ПРИСТРІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНИЙ: пат: 152838 Україна: G01R 13/00, G01D 5/00, G06F3/00, H03M 1/12/ С.О. Гуриченко, К.Р. Потапова, - № u202200327; заявл. 27.01.2022, опубл. 20.04.2023 – 3 с.

Особистий внесок здобувача: розробка концептуальної ідеї, розробка та оформлення ескізної документації для прототипування, розробка формули корисної моделі, проведення науково-аналітичного порівняння із існуючими прототипами та аналіз можливості впровадження мікроелектромеханічних систем у склад пристрою, подання заявки.

10. Гуриченко С.О. Чисельне моделювання та оцінка гідродинамічних коефіцієнтів автономного безпілотного підводного апарата. Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2023). Шістнадцята міжнародна науково-практична конференція 23-24 травня 2023 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2023, 30-33 – 402 с. (збірка тез).

11. Гуриченко С.О. Організація та лабораторне забезпечення дослідження мікро-оптикоелектромеханічних приладів для систем керування автономними безпілотними підводними апаратами. XXI Міжнародна науково-технічна конференція “ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи”, 2022, 20-22.

12. Gurynenko S.O. The way of autonomous unmanned underwater vehicle autopilot digital control synthesis. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. 2022. Pp. 123-130.

13. Gurynenko S.O., Potapova K.R. Universal Information Transducer as part of multi-purpose control system. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. 2021. Pp. 106-110.

Особистий внесок здобувача: проведення лабораторних досліджень, розробка схем електричних принципів та ескізної документації для виготовлення та прототипування, обґрунтування застосування мікроелектромеханічних систем та технологій для універсального перетворювача інформації як елемента керування у складі автономного безпілотного підводного апарата.

14. Гуриченко С.О., Бурау Н.І. Система автоматичного керування автономним безпілотним підводним апаратом на основі

мікроелектромеханічних систем. Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2021). Четирнадцята міжнародна науково-практична конференція 18-19 травня 2021 р., Київ, Україна. – К.: НАУ, 2021. – 256 с. (збірка тез).

Особистий внесок здобувача: проведення огляду існуючих систем автоматичного керування, аналіз тенденцій розвитку класичних методів керування/, аналіз тенденцій розвитку мікроелектромеханічних систем та їх застосування для забезпечення керування автономним безпілотним підводним апаратом, обґрунтування застосування мікроелектромеханічних систем та технологій у складі автономного безпілотного підводного апарата; дослідження мікроелектромеханічних чутливих елементів систем орієнтації та навігації.

15. Гуриненко С.О. Організація систем керування сучасних безпілотних підводних апаратів. Матеріали Всеукр. XIV наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 18–19 трав. 2021 р. Київ : «Політехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. С. 34–37.

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 Гуриненка С.О. «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 15 – Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 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 КПІ ім. Ігоря Сікорського «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Система управління, орієнтації та навігації автономних безпілотних підводних апаратів на основі мікроелектромеханічних технологій», подану Гуриненком Станіславом Олеговичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

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

Голова:

доктор технічних наук, професор, професор кафедри космічної інженерії навчально-наукового інституту аерокосмічних технологій **Рижков Лев Михайлович;**

Члени:

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри біотехніки та інженерії факультету біотехнології і біотехніки **Мельник Вікторія Миколаївна;**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем приладобудівного факультету **Нестеренко Олег Іванович;**

Офіційні опоненти:

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова **Герасін Олександр Сергійович;**

кандидат технічних наук, професор, професор кафедри авіаційних комп'ютерно-інтегрованих комплексів Національного авіаційного університету **Філяшкін Микола Кирилович.**

Головуючий на засіданні
заступник завідувача
кафедри, професор кафедри
комп'ютерно-інтегрованих оптичних
та навігаційних систем,
д.т.н., професор



Володимир МИКИТЕНКО

Вчений секретар кафедри
комп'ютерно-інтегрованих оптичних
та навігаційних систем,
к.т.н., доцент



Олексій ПАВЛОВСЬКИЙ