

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
Олена ЖЕДЯСКОВА
2025 р.



ВИТЯГ

з протоколу № 10 від 5 лютого 2025 р. розширеного засідання
кафедри інформаційних систем та технологій

Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри інформаційних систем та технологій: завідувач кафедри, д.т.н., професор Ролік О.І., декан ФІОТ, професор кафедри, д.т.н., професор Корнага Я.І., професор кафедри, д.ф.-м.н., професор Дорошенко А.Ю., професор кафедри, д.т.н., професор Корнієнко Б.Я., професор кафедри, д.т.н., професор Онищенко В.В., професор кафедри, д.ф.-м.н., професор Хіміч О.М., професор кафедри, д.т.н., професор Теленик С.Ф., професор кафедри, д.т.н., доцент Поліщук М.М., професор кафедри, д.т.н., професор Жураковський Б.Ю., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Гавриленко О.В., доцент кафедри, к.т.н., Букасов М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Полторак В.П., доцент кафедри, к.ф.-м.н., доцент Рибачук Л.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Солдатова М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ткач М.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Шимкович В.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Богданова Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Дорогий Я.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жданова О.Г., доцент кафедри, д.т.н., професор Завгородній В.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Новацький А.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Завгородня Г.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Катін П.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ульяницька К.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Барбарук В.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Батрак Є.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Бойко О.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ковальов М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Галушко Д.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Мамедова К.Ю., доцент кафедри, к.т.н., доцент Цьопа Н.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Пасько В.П., доцент кафедри, к.т.н., доцент Пономаренко Р.М., доцент кафедри, к.т.н., доцент Жураковська О.С., доцент кафедри, к.т.н., доцент Крилов Є.В., доцент

кафедри, д.ф.-м.н., доцент Жереб К.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Голубев Л.П., доцент кафедри, к.т.н., доцент Олійник В.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Остапченко К.Б., доцент кафедри, к.т.н., доцент Тимошин Ю.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Деведжіогуллари А.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Писаренко А.В., доцент кафедри, к.т.н., с.н.с. доцент Савчук О.В., доцент кафедри, к.т.н., с.н.с. Кравець П.І., доцент кафедри, к.т.н., доцент Солдатова М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Сперкач М.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Амонс О.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Попенко В.Д., старший викладач кафедри Тимофеева Ю.С., старший викладач кафедри Яланецький В.А., старший викладач кафедри, к.е.н., Густера О.М., старший викладач кафедри Хмелюк М.С., старший викладач кафедри, к.т.н., Зубко Р.А., старший викладач кафедри, к.т.н., Базака Ю.А., старший викладач кафедри, к.т.н., Орленко С.П., старший викладач кафедри Моргаль О.М., старший викладач кафедри Польшакова О.М., старший викладач кафедри Проскура С.Л., старший викладач кафедри Коваль О.С., старший викладач кафедри Анікін В.К., старший викладач кафедри Дорошенко К.С., асистент кафедри, PhD Альбрехт Й.О., асистент кафедри, PhD Нікітін В.А., асистент кафедри Шинкевич М.К., асистент кафедри Цимбал С.І., асистент кафедри Белоус Р.В., асистент кафедри Нестерук А.О., асистент кафедри Мягкий М.Ю., асистент кафедри Тюляков Д.І., асистент кафедри Омельченко В.В., асистент кафедри Драган М.С., асистент кафедри Коломоєць С.О., асистент кафедри Шимкович Л.Л.

Запрошені з інших організацій:

професор кафедри штучного інтелекту, Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, д.т.н. професор Бондарчук А.П., заступник директора з наукової роботи, Інституту програмних систем НАН України, д.т.н., професор Шевченко В.Л.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформаційних систем та технологій Альперта Максима Іогановича за матеріалами дисертаційної роботи “Інформаційна технологія керування безпілотними апаратами на базі ігрового підходу та нейронних мереж”, поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології.

Освітньо-наукова програма інформаційні системи та технології.

Тему дисертаційної роботи “Інформаційна технологія керування безпілотними апаратами на базі ігрового підходу та нейронних мереж” затверджено на засіданні Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 3 від “15” листопада 2021 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор, Онищенко В.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

професор кафедри ІСТ, д.т.н., професор Жураковський Б.Ю., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Шимкович В.М., доцент кафедри ІСТ, к.ф.-м.н., Жереб К.А., завідувач кафедри ІСТ, д.т.н., професор Ролік О.І., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Кравець П.І., д.ф.-м.н., доцент кафедри ІСТ, професор Дорошенко А.Ю., доцент кафедри ІСТ, д.т.н., професор Дорогий Я.Ю., доцент кафедри ІСТ, к.ф.-м.н., доцент Гавриленко О.В., професор кафедри штучного інтелекту, Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, д.т.н., професор Бондарчук А.П., заступник директора з наукової роботи, Інституту програмних систем НАН України, д.т.н., професор Шевченко В.Л.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

завідувач кафедри ІСТ, д.т.н., професор Ролік О.І., професор кафедри ІСТ, д.т.н., професор, Жураковський Б.Я., професор кафедри ІСТ, д.т.н., професор Онищенко В.В., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Шимкович В.М., доцент кафедри ІСТ, к.ф.-м.н. Жереб К.А., доцент кафедри ІСТ, к.т.н., доцент Кравець П.І., д.ф.-м.н., доцент кафедри ІСТ, професор Дорошенко А.Ю., доцент кафедри ІСТ, д.т.н., професор Дорогий Я.Ю., доцент кафедри ІСТ, к.ф.-м.н., доцент Гавриленко О.В., професор кафедри штучного інтелекту, Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій, д.т.н., професор Бондарчук А.П., заступник директора з наукової роботи, Інституту програмних систем НАН України, д.т.н., професор Шевченко В.Л.

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Успішність виконання багатьох актуальних задач в умовах необхідності економії людських ресурсів, обмеженості фінансових та енергетичних витрат передбачає зростаючу потребу у розробці нових інформаційних технологій, зокрема, стосовно використання безпілотних апаратів. Найбільше це стосується проведення пошуково-рятувальних операцій, а також доставки життєво-необхідних вантажів у важкодоступні місця.

Безпілотні апарати за останні роки набули широких функціональних можливостей і знайшли застосування у багатьох галузях. З огляду перспективності застосування безпілотних апаратів, значно активізувалися дослідження щодо їх ефективного використання. Зростаюча складність задач, що постає перед цим видом техніки, вимагає координації дій безпілотних апаратів для досягнення єдиної мети під час виконання спільної місії.

Питання взаємодії безпілотних апаратів між собою, злагодженість їх дій потребує нових рішень.

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

Наукове дослідження за темою дисертації проводилось у Національному технічному університеті України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” на кафедрі Інформаційних систем та технологій факультету Інформатики та обчислювальної техніки у відповідності до Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2026 року.

Інформаційну технологію розроблено в рамках науково-дослідницької роботи: “Інформаційні технології і системи підтримки прийняття рішень. Високопродуктивні комп'ютерні системи та мережі” з державним реєстраційним номером: 0124U002078; дата реєстрації: 27.02.2024.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Розроблено комбіновану централізовано-кооперативну математичну модель керування БПА різних типів (літальним та наземним), яка відрізняється одночасним застосуванням централізованого та кооперативного методів керування БПА на базі ігрового підходу, що дозволяє забезпечити ефективну взаємодію БПА різних типів в умовах обмеженості ресурсів;

Розроблено новий ігровий метод взаємодії (кооперації) БпНА та БпЛА, який відрізняється об'єднанням переваг як централізованого так і кооперативного методів керування, що дозволяє здійснити вибір безпілотних апаратів за їх технічними характеристиками в умовах обмеженості ресурсів;

Розроблено оптимізаційну ігрову математичну модель керування БпЛА та БпНА із застосуванням нейронних мереж в умовах ризику та невизначеності, яка відрізняється комплексним вирішенням проблеми знаходження оптимального шляху на базі ігрового підходу з врахуванням ризику та невизначеності, що дозволяє сформувати безпечний оптимальний маршрут руху БпНА;

Розроблено новий ігровий метод керування БпЛА та БпНА, який відрізняється одночасним врахуванням ризику та невизначеності, що дозволяє отримати безпечний оптимальний маршрут руху безпілотних апаратів.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

На основі одержаних в результаті дослідження алгоритмів розроблено програмне забезпечення і проведено комп'ютерне моделювання різних можливих ситуацій. Запропоновані методи і алгоритми можуть стати основою для керування взаємодією безпілотних апаратів.

Розроблене програмне забезпечення та комп'ютерне моделювання дозволяють розглянути та протестувати різні сценарії, з урахуванням несприятливих умов польоту БпЛА та пересування БпНА, їх взаємодії між собою та з оточуючим середовищем. Це дозволить визначити найбільш оптимальні стратегії керування, які забезпечать найкращі результати в реальних умовах експлуатації. Такий підхід дозволить врахувати несподівані ситуації та забезпечить стабільну роботу безпілотних апаратів у несприятливих умовах. Комп'ютерне моделювання може бути застосовано: для навчання операторів, які керують БПА, а також для навчання штучного інтелекту, що використовуються при управлінні БПА. Системи керування,

розроблені на основі цих алгоритмів, можуть стати важливим кроком у напрямку розвитку автономних систем, що працюють у співпраці з людьми.

Практичне застосування розробленої комбінованої централізовано-кооперативної математичної ігрової моделі дозволить при виконанні місії БпЛА та БпНА: обрати ігровий підхід; обрати централізовано-кооперативний метод керування БпА; з метою найефективнішого виконання місії визначитися з вибором найбільш підходящих технічних характеристик коаліції БпЛА та БпНА.

Побудована оптимізаційна ігрова математична модель керування БпЛА та БпНА із застосуванням нейронних мереж в умовах ризику та невизначеності що дозволяє отримати безпечний оптимальний маршрут руху БпНА.

В науковому дослідженні детально розглянуто підхід до вирішення проблеми обмеженості та/або неточності вхідних даних, відповідно до якого розглядаються два різних види ситуацій, які зазвичай необхідно дослідити, а саме: рішення приймаються в умовах ризику; рішення приймаються в умовах невизначеності.

Якщо рішення приймаються в умовах ризику, то появу небажаної перешкоди моделюють із застосуванням апарату теорії ймовірностей.

У разі прийняття рішення в умовах невизначеності, функцію розподілу ймовірностей знайти практично неможливо.

В науковому дослідженні розглядаються обидві ситуації, які виникають при моделюванні керування БпЛА та БпНА: ризик появи небажаного явища, зокрема весняного/осіннього бездоріжжя; невизначеність – поява раптової перешкоди в процесі виконання місії.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Результати дослідження впроваджено у навчальний процес кафедри Інформаційних систем та технологій факультету Інформатики та обчислювальної техніки Національного Технічного Університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” в матеріали навчально-методичного забезпечення курсів: “Прикладні задачі машинного навчання”, “Системи штучного інтелекту” та “Штучний інтелект в задачах обробки зображень”.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Альперта Максима Іогановича 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 4 наукових публікацій, у тому числі:

- 3 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б» за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології в т.ч. 1 стаття у якій число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 1 стаття у періодичному науковому виданні проіндексованому у базі Scopus з квантилем Q3.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Alpert M. (2024). Using Game Theory to Improve Drone Operations. In *Control Systems and Computers* (Vol. 1, pp. 57-61). <https://doi.org/10.15407/csc.2024.01.057>. (фахове видання України категорії «Б»);

2. Альперт М. І., Онищенко В.В. (2023). Пошук найкращого алгоритму найкоротшого шляху для розумної валізи. *Управління розвитком складних систем* (Вип. 55, с. 92-97). <http://dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2023.55.92-97>. *Особистий внесок здобувача: аналіз існуючих алгоритмів, графічні матеріали, проведення експериментів*. (фахове видання України категорії «Б»);

3. Літвінова Н., Альперт М., Погульський А. (2021). Підвищення ефективності обміну даними сутностей у реляційному представленні та їх обробки. *Технічні науки та технології* (Вип. 1(23), с. 81–86). [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-1\(23\)-81-86](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-1(23)-81-86). *Особистий внесок здобувача: проаналізовані проблеми обміну даними та їх обробки, графічні матеріали*. (фахове видання України категорії «Б»);

4. Alpert M., Onyshchenko V. (2022). Recognition of Potholes with Neural Network Using Unmanned Ground Vehicles. In *Advances in Computer Science for Engineering and Education* (Vol. 134., pp. 209–220). https://doi.org/10.1007/978-3-031-04812-8_18. *Особистий внесок здобувача: аналіз існуючих методів розпізнавання зображень, графічні матеріали, проведення експериментів, написання висновків*. (Scopus).

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 Альперта Максима Іогановича “Інформаційна технологія керування безпілотними апаратами на базі ігрового підходу та нейронних мереж”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 Інформаційні системи та 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 КПП ім. Ігоря Сікорського інформаційні системи та технології зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Інформаційна технологія керування безпілотними апаратами на базі ігрового підходу та нейронних мереж”, подану Альпертом Максимом Іогановичем 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:

д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського, **Ролік Олександр Іванович**;

Члени:

Рецензенти:

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського, **Гавриленко Олена Валеріївна**;

к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського, **Шимкович Володимир Миколайович**;

Офіційні опоненти:

д.т.н., проф., професор кафедри штучного інтелекту, Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, **Бондарчук Андрій Петрович**;

д.т.н., проф., заступник директора з наукової роботи, Інститут програмних систем НАН України, **Шевченко Віктор Леонідович**.

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор,
завідувач кафедри
інформаційних систем та технологій

Олександр РОЛІК

Вчений секретар кафедри
інформаційних систем та технологій
к.ф.-м.н., доцент

Олена ГАВРИЛЕНКО