

ЗАТВЕРДЖУЮ



В. о. директора Інституту проблем
математичних машин і систем
Національної академії наук України
Віталій КЛИМЕНКО

02 липня 2026 р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації**

аспіранта Інституту проблем математичних машин і систем Національної
академії наук України

ОЛЕКСІЄНКА Петра Дмитровича

на тему «Моделі та метод програмного керування роями дронів на основі
групового інтелекту», поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
з галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 122 – Комп'ютерні
науки.

Семінар проведений у відділі № 120 «Інтегрованих автоматизованих
систем спеціального призначення» «23» червня 2026 року, протокол №1.

1. Актуальність теми дослідження зумовлена розвитком ройових систем
безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як нового класу розподілених технічних
систем, де узгоджена поведінка формується на основі локальної взаємодії
автономних агентів і проявляється у вигляді групового інтелекту. Такі системи
мають великий потенціал для моніторингу територій, охорони об'єктів,
проведення пошуково-рятувальних операцій, перехоплення та супроводу цілей,
а також для виконання спеціалізованих оборонних завдань.

Функціонування рою БПЛА відбувається в умовах мінливого середовища,
обмеженої спостережуваності, нестабільного зв'язку та жорстких часових
вимог до реакції на події. Тому ефективність рою залежить не лише від правил
взаємодії агентів, але й від способу програмної організації управління окремим
дроном-агентом. Існуючі підходи часто пов'язані з циклічним опитуванням
станів, надлишковими часовими витратами, складністю масштабування та
обмеженими можливостями організації паралельних процесів.

Отже, актуальною науково-прикладною проблемою є розробка методу
програмного керування роєм дронів як мультиагентною системою БПЛА на
основі вбудованих моделей поведінки агентів, керуючих Е-мереж, подієво-
орієнтованого реагування та MVC-підходу, що дозволяє скоротити час реакції
на події, підвищити ефективність використання обчислювальних ресурсів і
забезпечити результативніше виконання колективних місій.

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

Основний обсяг наукових досліджень та наукові результати отримані в межах виконання науково-дослідної роботи Національного університету «Чернігівська політехніка»:

- НДР «Мультиагентна система захисту об'єктів критичної інфраструктури на основі рою мультикоптерних дронів», номер державної реєстрації 0123U101819, термін виконання 2023–2025 рр.

У межах зазначеної НДР досліджувалися питання побудови мультиагентної системи захисту об'єктів критичної інфраструктури, розроблення моделей поведінки дронів-агентів, імітаційного та напівнатурного моделювання процесів керування роєм БПЛА, а також перевірки програмних рішень на експериментальній платформі з використанням діючих прототипів дронів.

Результати дисертаційного дослідження увійшли до звіту за цією НДР та були використані під час наукової і науково-технічної діяльності Національного університету «Чернігівська політехніка».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації одержані такі нові наукові результати:

1. Вперше розроблено формальну модель алгоритму керування агентом у складі рою дронів, яка, на відміну від існуючих, безпосередньо виконує роль трирівневої програми керування з подієво-орієнтовним реагуванням на зміну ситуації, що забезпечує узгоджене прийняття рішень при виконанні місії.

2. Вперше розроблено мультиагентну модель поведінки рою мультикоптерних дронів при виконанні місії із захисту інфраструктурних об'єктів, яка, на відміну від існуючих, відтворює роль групового інтелекту в процесі відбиття нападу повітряних цілей з урахуванням можливостей підсистем спостереження та розпізнавання, що дозволяє отримувати попередні оцінки ефективності проектних рішень по системним показникам.

3. Удосконалено формальний апарат керуючих Е-мереж шляхом введення подієвих тригерів переходів, що забезпечує асинхронну активацію елементів моделі на рівнях реагування, планування та взаємодії без використання циклічного сканування станів системи керування, що забезпечує 100-кратне скорочення часу реакції на події.

4. Отримав подальший розвиток метод програмного керування роєм дронів, який, на відміну від існуючих, базується на MVC-підході в запропонованій інтерпретації до процесів керування та взаємодії вбудованих моделей агентів у реальному часі, що забезпечує самоорганізацію поведінки рою дронів з використанням групового інтелекту.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Дисертаційне дослідження містить нові наукові положення, що обґрунтовані теоретично та підтверджені експериментально. Теоретичне значення результатів полягає у розвитку підходів до формалізованого керування складними розподіленими системами шляхом інтеграції керуючих Е-мереж із подієво-орієнтованими механізмами виконання. Запропонований підхід

дозволяє описувати паралельні та асинхронні процеси у мультиагентних системах у вигляді виконуваних моделей.

Практичне значення результатів полягає у можливості прямого вбудовування формальної моделі у програмне забезпечення керування роєм БПЛА, що дозволяє зменшити час реакції на події, знизити обчислювальне навантаження, підвищити швидкість та масштабованість системи керування роєм дронів.

5. Використання результатів роботи

Основні наукові результати дисертаційного дослідження впроваджені:

- у наукову та науково-технічну діяльність Національного університету «Чернігівська політехніка» в межах виконання НДР «Мультиагентна система захисту об'єктів критичної інфраструктури на основі рою мультикоптерних дронів»;
- у Державному науково-дослідному інституті випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки для проведення натурних досліджень і відпрацювання програм та методик випробувань БПЛА;
- у навчальний процес з підготовки аспірантів в Інституті проблем математичних машин і систем НАН України.

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі: всі основні наукові та практичні результати отримані здобувачем самостійно.

Дисертаційна робота виконана в Інституті проблем математичних машин і систем Національної академії наук України, науковий керівник д.т.н., професор Казимир В.В.

Розглянувши звіт щодо перевірки наукової роботи на академічний плагіат, рецензенти дійшли висновку, що дисертаційна робота Олексієнка П.Д. є результатом самостійних досліджень здобувача, не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати й тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

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

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових праць, а саме: 2 у наукових фахових виданнях (із них 2 у співавторстві), 3 статті (у співавторстві) у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus, 1 теза доповідей (у співавторстві) у збірниках матеріалів конференцій.

Наукові статті, опубліковані у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України:

1. Олексієнко П.Д., Казимир В.В. Вбудовані моделі алгоритму керування роєм БПЛА. Математичні машини і системи. 2025. № 3-4. С. 90–100. DOI: <https://doi.org/10.34121/1028-9763-2025-3-4-90-100>.

Основна стаття, у якій викладено підхід до побудови вбудованих моделей алгоритмів керування роєм БПЛА та обґрунтовано використання керуючих Е-мереж як виконуваної моделі поведінки агента.

2. Олексієнко П.Д., Казимир В.В. Подієво-орієнтований підхід в реалізації вбудованих систем керування роєм БПЛА. *Технічні науки та технології*. 2025. № 3 (41). С. 225–236. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3\(41\)-225-236](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-3(41)-225-236).

Розвиває попередню роботу, акцентуючи увагу на подієво-орієнтованій реалізації керування, відмові від циклічного опитування станів, використанні слухачів подій та скороченні часу реакції системи.

Наукові статті, опубліковані у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань світу:

3. Сусло М.Ю., Олексієнко П.Д., Сігута А.В., Казимир В.В. Напівнатурне моделювання процесів керування роєм дронів. *Тези доповідей «Новітні технології сучасного суспільства» (НТСС-2024): V міжнар. наук.-практ. конф.*, (м. Чернігів, 12 грудня 2024 р.). С. 183–184. URL: https://inel.stu.cn.ua/ntss/NTSS_2024_zbirnyk.pdf.

Апробація ідеї напівнатурного моделювання процесів керування роєм дронів, що демонструє перехід від імітаційної моделі до перевірки окремих рішень на реально діючих макетах та експериментальній платформі.

Наукові статті, опубліковані у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus:

4. Kazymyr V., Oleksiienko P., Chornonoh O., Rohovenko A. Modeling of Defensive Drone Swarms with NetLogo. *Mathematical Modeling and Simulation of Systems: MODS 2023. Lecture Notes in Networks and Systems*. Cham: Springer, 2024. Vol. 1091. P. 377–387. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-67348-1_28.

Базова робота з імітаційного моделювання оборонного рою БПЛА в середовищі NetLogo, в якій розглянуто сценарій захисту об'єкта, взаємодію агентів рою та оцінювання ефективності колективної поведінки.

5. Kahitin D., Kazymyr V., Suslo M., Yatchenko Y., Oleksiienko P. Drone Positioning in a Specified Location Using Visual Data Under GPS-Denied Conditions. *2025 IEEE 13th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Gliwice, Poland, 2025. P. 318–323. DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS68557.2025.11322385>.

Висвітлює практичний етап перевірки процесів керування роєм дронів засобами напівнатурного моделювання, що підтверджує можливість апробації запропонованих підходів у середовищі, наближеному до реальних умов.

6. Kahitin D., Kazymyr V., Suslo M., Yatchenko Y., Oleksiienko P. Drone Positioning in a Specified Location Using Visual Data Under GPS-Denied Conditions. *2025 IEEE 13th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*. Gliwice, Poland, 2025. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/IDAACS68557.2025.11322385>.

Додаткова робота, що розглядає задачу позиціонування БПЛА за візуальними даними в умовах відсутності GPS, тобто один із прикладних компонентів автономного функціонування агента у складі ройової системи.

Відповідно до вимог п. 8 Постанови КМУ № 44 від 12 січня 2022 року, наукові праці здобувача враховано у кількості 6 публікацій, за якими висвітлені результати дисертаційної роботи.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Олексієнка Петра Дмитровича «Моделі та метод програмного керування роями дронів на основі групового інтелекту», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам щодо оформлення дисертацій, затверджених наказом МОН України від 12.01.2017 № 40 зі змінами і доповненнями та вимогам 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 КМУ від 12.01.2022 № 44, зі змінами.

Дисертація відповідає напряму наукових досліджень освітньо-наукової програми 122 – Комп'ютерні науки третього освітньо-наукового рівня вищої освіти Інституту проблем математичних машин і систем НАН України за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Моделі та метод програмного керування роями дронів на основі групового інтелекту», подану Олексієнком Петром Дмитровичем на здобуття ступеня доктора філософії до захисту.

Головуючий на засіданні

Завідувач відділу № 120

«Інтегрованих автоматизованих
систем спеціального призначення»

д.т.н., доцент



Василій БЄГУН

Секретар



Валентина ГРИЩЕНКО