Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U003801

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 20-07-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 1836 СТ від 05 жовтня 2026 року

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Цзянь Юй Юй
2. Yu Jian

Кваліфікація: 123

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-8990-8347

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 123

Назва наукової спеціальності: Комп’ютерна інженерія

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 123 "Комп’ютерна інженерія"

Дата захисту: 17-09-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерна інженерія

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16427

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 12.21.30

Тема дисертації:

1. Метод підвищення кібербезпеки БПЛА в умовах дефіциту візуальної інформації

2. A method for improving UAV cybersecurity under conditions of visual information deficiency

Реферат/анотація:

1. Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-прикладної задачі підвищення кібербезпеки безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в умовах дефіциту візуальної інформації шляхом розроблення методу, що поєднує математичну модель інтелектуального планування траєкторії, адаптивне автономне керування рухом, інтелектуальну обробку сенсорних даних, прогнозування траєкторії та ухилення від перешкод у динамічному середовищі. Об'єкт дослідження – процес забезпечення кібербезпеки БПЛА в умовах дефіциту візуальної інформації. Предмет дослідження – метод підвищення кібербезпеки БПЛА на основі інтелектуального планування траєкторії, автономного керування рухом, фільтрації сенсорних даних, прогнозування траєкторії та адаптивного ухилення від перешкод. Метою дисертаційної роботи є підвищення кібербезпеки, стійкості та ефективності функціонування БПЛА в умовах дефіциту візуальної інформації шляхом розроблення методу, що забезпечує інтелектуальне планування траєкторії,

адаптивне керування рухом, компенсацію похибок сенсорних даних і прогнозування небезпечних ситуацій у динамічному середовищі. У вступі обґрунтовано актуальність проблеми підвищення кібербезпеки БПЛА в умовах дефіциту візуальної інформації, проаналізовано особливості функціонування безпілотних систем у динамічному середовищі, визначено основні проблеми, пов'язані з неповнотою сенсорних даних, навігаційними похибками, зовнішніми деструктивними впливами та необхідністю забезпечення стійкого автономного керування. У першому розділі проведено аналіз сучасних підходів до підвищення кібербезпеки БПЛА, автономного керування, планування траєкторії, стабілізації руху, прогнозування координат та ухилення від перешкод. Виявлено обмеження існуючих методів в умовах дефіциту візуальної інформації та сформовано вимоги до побудови методу підвищення кібербезпеки БПЛА. У другому розділі розроблено математичну модель інтелектуального планування траєкторії польоту БПЛА на основі GERT-мережевого підходу. Запропоновано формалізований опис етапів процесу планування з урахуванням їх імовірнісно-часових характеристик. Проведено аналіз критичних етапів інтелектуального планування та оцінено обчислювальну складність моделі. У третьому розділі розроблено метод інтелектуального автономного керування рухом БПЛА в умовах дефіциту візуальних даних як складову загального методу підвищення кібербезпеки. Метод базується на комплексному використанні шляхових координат, теорії нормальних форм, адаптивних алгоритмів машинного навчання та рекурентних нейронних мереж для фільтрації сенсорної інформації та стабілізації траєкторії руху. У четвертому розділі розроблено метод прогнозування траєкторії руху БПЛА та адаптивного ухилення від перешкод у динамічному середовищі з використанням рекурентних нейронних мереж RNN/LSTM. Проведено експериментальні дослідження та порівняльний аналіз ефективності запропонованого підходу з методами Pure Pursuit, Line of Sight, Vector Field та Nonlinear Stabilization. За результатами моделювання встановлено, що запропонований метод забезпечує кращі показники точності навігації, стійкості руху та енергоефективності. У висновках наведено основні результати дисертаційної роботи щодо вирішення поставлених наукових задач. За результатами дослідження отримано такі наукові результати: – Вперше розроблено математичну модель інтелектуального планування траєкторії польоту БПЛА на основі GERT-мережевого підходу, яка дозволяє формалізувати процес планування у вигляді сукупності імовірнісно-часових етапів та визначати їх вплив на загальний процес прийняття рішень. Це дозволило зменшити обчислювальну складність моделі більш ніж у 4 рази та визначити найбільш критичні етапи процесу планування. – Удосконалено метод інтелектуального автономного керування рухом БПЛА в умовах дефіциту візуальних даних, який, на відміну від існуючих, поєднує методи шляхових координат, теорію нормальних форм, адаптивну корекцію руху та рекурентні нейронні мережі для фільтрації сенсорних даних. Це дозволило забезпечити стійке слідування за заданою траєкторією та знизити похибки GPS-навігації у 2,5–3 рази, а похибки IMU — до 2 разів. – Дістали подальшого розвитку методи прогнозування траєкторії руху та ухилення БПЛА від перешкод у динамічному середовищі за рахунок використання рекурентних нейронних мереж RNN/LSTM і динамічного налаштування горизонту прогнозування. Це дозволило підвищити точність прогнозування траєкторії, покращити адаптивність системи автономного керування та отримати кращі узагальнені показники ефективності порівняно з методами Pure Pursuit, Line of Sight, Vector Field та Nonlinear Stabilization.

2. The dissertation is devoted to solving an urgent scientific and applied problem of improving the cybersecurity of unmanned aerial vehicles (UAVs) under conditions of visual information deficiency by developing a method that combines a mathematical model of intelligent trajectory planning, adaptive autonomous motion control, intelligent sensor data processing, trajectory prediction, and obstacle avoidance in a dynamic environment. Object of research – the process of ensuring UAV cybersecurity under conditions of visual information deficiency. Subject of research – a method for improving UAV cybersecurity based on intelligent trajectory planning, autonomous motion control, sensor data filtering, trajectory prediction, and adaptive obstacle avoidance. The aim of the dissertation is to improve the cybersecurity, robustness, and operational efficiency of UAVs under conditions of visual information deficiency by developing a method that ensures intelligent trajectory planning, adaptive motion control, compensation for sensor data errors, and prediction of hazardous situations in a dynamic environment. The introduction substantiates the relevance of improving UAV cybersecurity under conditions of visual

information deficiency, analyzes the specific features of unmanned systems operating in a dynamic environment, and identifies the main problems related to incomplete sensor data, navigation errors, external destructive impacts, and the need to ensure robust autonomous control. The first chapter analyzes modern approaches to improving UAV cybersecurity, autonomous control, trajectory planning, motion stabilization, coordinate prediction, and obstacle avoidance. The limitations of existing methods under conditions of visual information deficiency are identified, and requirements for constructing a method for improving UAV cybersecurity are formulated. The second chapter develops a mathematical model of intelligent UAV flight trajectory planning based on the GERT-network approach. A formalized description of the stages of the planning process is proposed, taking into account their probabilistic and temporal characteristics. Critical stages of intelligent planning are analyzed, and the computational complexity of the model is assessed. The third chapter develops a method of intelligent autonomous UAV motion control under conditions of visual data deficiency as a component of the general method for improving cybersecurity. The method is based on the integrated use of path coordinates, normal form theory, adaptive machine learning algorithms, and recurrent neural networks for sensor data filtering and trajectory stabilization. The fourth chapter develops a method for UAV trajectory prediction and adaptive obstacle avoidance in a dynamic environment using recurrent neural networks RNN/LSTM. Experimental studies and a comparative analysis of the proposed approach with the Pure Pursuit, Line of Sight, Vector Field, and Nonlinear Stabilization methods are carried out. Simulation results show that the proposed method provides better navigation accuracy, motion stability, and energy efficiency. The conclusions summarize the main results of the dissertation research in relation to the formulated scientific tasks. The following scientific results were obtained from the research: – For the first time, a mathematical model of intelligent UAV flight trajectory planning based on the GERT-network approach was developed. The model makes it possible to formalize the planning process as a set of probabilistic and temporal stages and determine their influence on the overall decision-making process. This reduced the computational complexity of the model by more than four times and made it possible to identify the most critical stages of the planning process. – The method of intelligent autonomous UAV motion control under conditions of visual data deficiency was improved. Unlike existing approaches, the method combines path coordinate methods, normal form theory, adaptive motion correction, and recurrent neural networks for sensor data filtering. This ensured stable tracking of the specified trajectory and reduced GPS navigation errors by 2.5–3 times and IMU errors by up to two times. – Methods for UAV trajectory prediction and obstacle avoidance in a dynamic environment were further developed through the use of recurrent neural networks RNN/LSTM and dynamic adjustment of the prediction horizon. This improved trajectory prediction accuracy, enhanced the adaptability of the autonomous control system, and achieved better generalized performance indicators compared with the Pure Pursuit, Line of Sight, Vector Field, and Nonlinear Stabilization methods.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Новий напрямок у науці і техніці

Публікації:

- 1. Semenov S., Jian Y., Jiang H., Chernykh O.P. Method for video data transmission at the application layer with adaptive control in an unmanned aerial vehicles network // Herald of Advanced Information Technology. – 2026. – Vol. 9. – P. 212–229. DOI: 10.15276/hait.09.2026.15.
- 2. Semenov S., Jian Y., Jiang H., Chernykh O. Mathematical model of intelligent UAV flight path planning // Advanced Information Systems. – 2025. – Vol. 9, No. 1. – P. 49–61. DOI: 10.20998/2522-9052.2025.1.06.
- 3. Semenov S., Krupska-Klimczak M., Frontczak M., Yu J., He J., Chernykh O. Adaptive stochastic GERT modeling of UAV video transmission for urban monitoring systems // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15. –

Article ID 9277. DOI: 10.3390/app15179277.
- 4. Semenov S., Krupska-Klimczak M., Wasiuta O., Krzaczek B., Mieczkowski P., Głowacki L., Yu J., He J., Chernykh O. Intelligent assurance of resilient UAV navigation under visual data deficiency for sustainable development of smart regions // Sustainability. – 2025. – Vol. 17. – Article ID 6030. DOI: 10.3390/su17136030.
- 5. Jian Yu, Sitnikova O. Method for predicting UAV trajectories and evasion for industrial autonomous missions in a dynamic environment // Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. – 2026. – No. 1. – P. 100–114. DOI: 10.30837/2522-9818.2026.1.100.
- 6. Yu, J.; He, J.; Serhii Semenov; Vasiukhno, S. Porivnialne doslidzhennia metodiv peredachi videodanykh u merezhakh BPLA (Comparative Study of Video Data Transmission Methods in UAV Networks). Syst. Upr. Navig. Zviazku 2026, 2(84), 264–270. https://doi.org/10.26906/SUNZ.2026.2.264
- 7. Chernykh E., Jian Yu, Jiang He, Zhang M. Загальна модель інтелектуального планування траєкторії польоту безпилотного летального апарату // Problems of scientific, technical, and legal support for cybersecurity in the modern world. – Kraków : University of the National Education Commission, 2024. – 302 p.
- 8. Chernykh E., Zhang M., Yu J., He J. UAV motion stabilization along a given trajectory // Протидія кіберзлочинності та торгівлі людьми : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Кам'янець-Подільський : ХНУВС, 2024. – P. 242–244.
- 9. Semenov S., Yu J., He J. Study of the trajectory tracking model over large areas or long distances // Безпека у кіберсфері : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Кам'янець-Подільський : ХНУВС, 2025.
- 10. Semenov S., Jian Yu, Jiang He, Chernykh O., Shcholok A. Comparative analysis of automatic UAV trajectory control systems // Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил безпеки і оборони : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Харків, 2026.
- 11. Jiang He, Jian Yu, Semenov S. Analysis of application-layer video data transmission with adaptive control in UAV networks // Free and Open Source Software : матеріали XVII міжнар. наук.-практ. конф. – Харків, 2026.
- 12. Yu Jian, He Jiang. Analysis and comparative study of methods for enhancing UAV cybersecurity under conditions of visual information deficiency // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління : матеріали XVI міжнар. наук.-техн. конф. – Баку–Харків–Жиліна, 2026.
- 13. Semenov S., Chernykh O., Jiang He, Jian Yu. Comparative analysis of multithreaded video data transmission models in UAV networks with multiple airborne source nodes // Новітні технології – для захисту повітряного простору : матеріали XXII міжнар. наук. конф. – Харків, 2026.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: ДР № 0119U002603

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Черних Олена Петрівна

2. Olena P. Chernykh

Кваліфікація: к. ф.-м. н., професор, 01.04.07

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4389-2446

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коваленко Андрій Анатолійович
2. Andriy A. Kovalenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2817-9036

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Давидов Вячеслав Вадимович
2. Viacheslav V. Davydov

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2976-8422

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Приватна установа "Університет науки, підприємництва та технологій"

Код за ЄДРПОУ: 44435841

Місцезнаходження: вул. Шпака Миколи, Київ, 03113, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кучук Ніна Георгіївна
2. Nina Kuchuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0784-1465

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гавриленко Світлана Юріївна
2. Svitlana Gavrylenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6919-0055

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189042150; https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=4Vn1dBkAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Заковоротний Олександр Юрійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Заковоротний Олександр Юрійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Юй Цзянь Юй
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна