

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0525U000493

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 12-11-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ключніков Ігор Миколайович

2. Ihor M. Kliushnikov

Кваліфікація: к. т. н., с.н.с., 20.02.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-9419-7825

Вид дисертації: доктор наук

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 05.13.06

Назва наукової спеціальності: Інформаційні технології

Галузь / галузі знань: Не застосовується

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 11-12-2025

Спеціальність за освітою: Автоматизовані системи управління

Місце роботи здобувача: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): Д 64.062.01

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

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

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 50.41.25, 50.47, 55.30, 73.37.63

Тема дисертації:

1. Методологія, моделі та інформаційна технологія забезпечення гарантоздатності сервіс-орієнтованих мобільних систем на основі безпілотних літальних апаратів
2. Methodology, models and information technology for ensuring the reliability of service-oriented mobile systems based on unmanned aerial vehicles

Реферат:

1. У дисертаційній роботі сформульовано й вирішено актуальну науково-прикладну проблему забезпечення гарантоздатності сервіс-орієнтованих мобільних систем на основі безпілотних літальних апаратів шляхом розроблення науково-обґрунтованої методології та інформаційної технології, обумовленої існуванням об'єктивного протиріччя між жорсткими вимогами до надійності та безпечності сервіс-орієнтованих мобільних систем на основі безпілотних літальних апаратів при виконанні різноманітних послуг та

критичних функцій та відсутністю концептуальних та математичних моделей, методів та засобів для оцінювання та забезпечення гарантоздатності таких систем. В рамках дисертаційної роботи проведено аналіз методів, засобів і математичного апарату оцінювання та забезпечення гарантоздатності мобільних безпілотних систем. Вперше розроблено методологію побудови гарантоздатних сервіс-орієнтовних мобільних систем на основі, яка, на відміну від відомих, базується на концепції побудови гарантоздатних (надійних і безпечних) систем з недостатньо надійних і безпечних елементів та їх множин (апаратів та їх роїв) з врахуванням функційних і просторових обмежень, а також принципах мультиагентного представлення процесів використання СОМС БПЛА; функціонально-просторового підходу до оцінювання та підвищення надійності і гарантоздатності СОМС БПЛА; динамічного структурно-функціонального резервування та керованої деградації СОМС БПЛА, а також гарантованого обслуговування різноманітних запитів на виконання сервісів з визначеними вимогами в умовах відмов, кібератак та обмеженої автономності апаратів, що дозволяє обґрунтовувати загальну структуру та засоби забезпечення гарантоздатності СОМС БПЛА. Вперше розроблено аналітичні моделі для опису процесів розгортання та надійнісної поведінки СОМС БПЛА при виконанні типових завдань, які, на відміну від відомих, представлені залежностями, що враховують таксономію, яка описує сутності за ієрархією ознак «завдання – тип покриття – тип множини БПЛА – види працездатності – типи моделей», що дозволяє визначати кількісні показники СОМС БПЛА, та відповідність їх значень вимогам до сервісів. Вперше розроблено метод формування структури та складу СОМС БПЛА, який на відміну від відомих базується на визначенні зв'язків між завданнями, умовами виконання, технічними характеристиками елементів СОМС, а також на моделях їх функціонування та оцінювання гарантоздатності, що дозволяє визначати комплекс стаціонарних та мобільних компонентів для виконання завдань відповідно до вимог та параметрів середовища. Удосконалено концептуальну модель СОМС БПЛА у вигляді холонічної мультиагентної системи, яка складається з холонів керування, виконання та забезпечення, і описує структуру системи, властивості та взаємозв'язки холонів-агентів, які формуються для виконання різноманітних завдань, що дозволяє формувати масштабовану структуру, на основі мобільних агентів, які представляють програмно-апаратні сутності, апаратна частина яких базується на БПЛА та наземних станціях обслуговування. Удосконалено моделі функційної надійності СОМС БПЛА, які враховують фрагментацію цільової області, варіанти формування маршрутів для її покриття в умовах можливих відмов БПЛА та підсистеми обслуговування, а також деградацію структури і характеристик апаратів та якості виконання завдань, що дозволяє підвищити точність оцінювання показників надійності та імовірності повного або часткового ненадання сервісів СОМС, а також обґрунтовувати вимоги до безвідмовності та живучості апаратів і систем. Отримали подальший розвиток моделі систем масового обслуговування для дослідження функціонування та оцінювання гарантоздатності СОМС БПЛА, шляхом врахування можливості відмов внаслідок фізичних причин та кібератак, параметрів процесів відновлення та профілактичного обслуговування БПЛА, а також процесів некерованої та керованої деградації якості виконання завдань, що дозволяє підвищити точність оцінювання часткових/окремих показників гарантоздатності, обґрунтовувати склад СОМС БПЛА і комплекс засобів для забезпечення гарантоздатності надання сервісів. Отримала подальший розвиток марковська модель готовності СОМС БПЛА з урахуванням кібератак на інформаційні активи, зокрема, навігаційних систем, сенсорного обладнання та каналів управління, що описує стани втрати працездатності внаслідок таких атак та аварійного закінчення місії та дозволяє обґрунтовувати вимоги до систем захисту та комплексу контрзаходів. Результати досліджень впроваджено в навчальному процесі Національного університету цивільного захисту України, Харківському національному університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Національного авіаційного університету «Харківський авіаційний університет» та науково-дослідних роботах в Командуванні Повітряних Сил Збройних Сил України та у Національному авіаційному університеті «Харківський авіаційний університет».

2. The dissertation formulates and solves the topical scientific and applied problem of ensuring the dependability of service-oriented mobile systems (SOMS) based on unmanned aerial vehicles (UAVs) by developing a scientifically sound methodology and information technology related to the existence of an objective contradiction between the strict requirements for the reliability and safety of SOMS UAVs when performing various services and functions

and the lack of conceptual and mathematical models, methods and means for assessing and ensuring the reliability of such systems. A methodology for the creation and use of reliable UAV SOMS, a conceptual model and a basic ontology of UAV SOMS were developed. Models of the functioning of UAV SOMS, as well as models of queuing systems (QS) for studying the functioning and assessing the reliability and their taxonomy, were developed and researched. Models for assessing the reliability (functional reliability, survivability, safety, and cybersecurity) of SOMS UAVs and their taxonomy have been developed and researched. Models of degradation of UAV SOMS have been developed and researched. Based on the developed models, ontology and taxonomy, a method for forming the structure and composition of reliable UAV SOMS has been developed, as well as the structure and IT tools to support decision-making on ensuring the reliability of UAV SOMS. For the first time, a methodology has been developed for building dependable service-oriented mobile systems based on UAVs (UAV SOMS), which is based on the concept of building reliable (reliable and secure) systems from insufficiently reliable and secure elements and their sets (devices and their swarms), taking into account functional and spatial constraints, as well as the principles of multi-agent representation of UAV SOMS usage processes; a functional-spatial approach to assessing and improving the reliability and dependability of UAV SOMS; dynamic structural and functional redundancy and controlled degradation of UAV SOMS, as well as guaranteed servicing of various requests for the performance of services with specific requirements in conditions of failures, cyberattacks and limited autonomy of devices. For the first time, analytical models have been developed to describe the deployment processes and reliability behaviour of UAV SOMS when performing typical tasks, which, unlike the known ones, are represented by dependencies that take into account the taxonomy describing entities according to the hierarchy of features «task – type of coverage – type of UAV set – types of performance – types of models», which allows determining the quantitative indicators of the UAV SOMS and the compliance of their values with the requirements for services. For the first time, a method for forming the structure and composition of UAV SOMS has been developed, which, unlike the known ones, is based on the determination of relationships between tasks, conditions of execution, technical characteristics of SOMS elements, as well as on models of their functioning and reliability assessment, which allows determining a set of stationary and mobile components for performing tasks in accordance with the requirements and parameters of the environment. The conceptual model of the UAV SOMS has been improved in the form of a multi-agent system, which consists of control, execution and support holons, and describes the structure of the system, the properties and interrelationships of holons-agents that are formed to perform various tasks. The functional reliability models of the UAV SOMS have been improved, taking into account the fragmentation of the target area, options for forming routes to cover it in conditions of possible failures of the UAV and the service subsystem, as well as the degradation of the structure and characteristics of the devices and the quality of task execution, which allows for more accurate assessment of reliability indicators and the probability of complete or partial failure of SOMS services, as well as justifying the requirements for the reliability and survivability of devices and systems. Queuing systems models for researching the functioning and evaluating the dependability of UAV SOMS have been further developed by taking into account the possibility of failures due to physical causes and cyber attacks, the parameters of UAV recovery and preventive maintenance processes, as well as the processes of uncontrolled and controlled degradation of task performance quality. The Markov model of UAV SOMS readiness has been further developed, taking into account cyberattacks on information assets, in particular navigation systems, sensor equipment and control channels, which describes the states of loss of operability due to such attacks and emergency termination of the mission and allows justifying the requirements for protection systems and a set of countermeasures.

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: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

- 1. Kliushnikov, I., Fesenko, H. & Kharchenko, V. (2019) 'Using automated battery replacement stations for the persistent operation of UAV-enabled wireless networks during NPP post-accident monitoring', *Radioelectronic and Computer Systems*, 4(92), pp. 30-38. Available at: <https://doi.org/10.32620/reks.2019.4.03> (Scopus, Google Scholar).
- 2. Fesenko, H. & Kliushnikov, I. (2020) 'NPP monitoring missions via a multi-fleet of drones: Reliability issues'. In: Yastrebenetsky, M. & Kharchenko, V. (eds.) *Cyber Security and Safety of Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems*. Hershey, PA, USA: IGI Global, pp. 458-473. Available at: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3277-5.ch017> (Scopus, Google Scholar).
- 3. Kliushnikov, I., Fesenko, H. & Kharchenko, V. (2020) 'Scheduling UAV fleets for the persistent operation of UAV-enabled wireless networks during NPP monitoring', *Radioelectronic and Computer Systems*, 1(93), pp. 29-36. Available at: <https://doi.org/10.32620/reks.2020.1.03> (Scopus, Google Scholar).
- 4. Kliushnikov, I., Fesenko, H., Kharchenko, V., Illiashenko, O. & Morozova, O. (2021) 'UAV fleet based accident monitoring systems with automatic battery replacement systems: Algorithms for justifying composition and use planning', *International Journal of Safety and Security Engineering*, 11(4), pp. 319-328. Available at: <https://doi.org/10.18280/ijssse.110404> (Scopus Q3, Google Scholar, CrossRef).
- 5. Ivanchenko, O., Brezhnev, E., Kliushnikov, I. & Moroz, B. (2021) 'Cloud Simulation and Virtualization for Testing of Critical Energy Infrastructure Components', *International Journal of Computing*, 20(1), pp. 119-128. Available at: <https://doi.org/10.47839/ijc.20.1.2100> (Scopus Q3, Index Copernicus, Google Scholar).
- 6. Kharchenko, V., Kliushnikov, I., Rucinski, A., Fesenko, H. & Illiashenko, O. (2022) 'UAV Fleet as a Dependable Service for Smart Cities: Model-Based Assessment and Application', *Smart Cities*, 5(3), pp. 1151-1178. Available at: <https://doi.org/10.3390/smartcities5030058> (Scopus Q1, Web of Science).
- 7. Sun, Y., Fesenko, H., Kharchenko, V., Zhong, L., Kliushnikov, I., Illiashenko, O., Morozova, O. & Sachenko, A. (2022) 'UAV and IoT-Based Systems for the Monitoring of Industrial Facilities Using Digital Twins: Methodology, Reliability Models, and Application', *Sensors*, 22(17), 6444. Available at: <https://doi.org/10.3390/s22176444> (Scopus Q2, Web of Science).
- 8. Kliushnikov, I., Kharchenko, V. & Fesenko, H. (2022) 'UAV Fleet Routing with Battery Recharging for Nuclear Power Plant Monitoring Considering UAV Failures', In: Ignatenko, O. et al. (eds.) *ICTERI 2021 Workshops*. Cham, Switzerland: Springer, pp. 442-454. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-14841-5_29 (Scopus).
- 9. Kliushnikov, I., Kharchenko, V., Fesenko, H. & Leontiev, K. (2022) 'UAV Fleet with Battery Recharging for NPP Monitoring: Queuing System and Routing Based Reliability Models', In: Zamojski, W. et al. (eds.) *DepCoS-RELCOMEX 2022*. Cham, Switzerland: Springer, pp. 109-119. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-031-06746-4_11 (Scopus, Web of Science).
- 10. Fesenko, H., Illiashenko, O., Kharchenko, V., Kliushnikov, I., Morozova, O., Sachenko, A. & Skorobohatko, S. (2023) 'Flying Sensor and Edge Network-Based Advanced Air Mobility Systems: Reliability Analysis and Applications for Urban Monitoring', *Drones*, 7(7), 409. Available at: <https://doi.org/10.3390/drones7070409> (Scopus Q2, Web of Science).
- 11. Fedorenko, G., Fesenko, H., Kharchenko, V., Kliushnikov, I. & Tolkunov, I. (2023) 'Robotic-biological systems for detection and identification of explosive ordnance: concept, general structure, and models', *Radioelectronic and Computer Systems*, 2(106), pp. 143-159. Available at: <https://doi.org/10.32620/reks.2023.2.12> (Scopus Q3, Google Scholar).
- 12. Zheng, Y., Shcherbakova, G., Rusyn, B., Sachenko, A., Volkova, N., Kliushnikov, I. & Antoshchuk, S. (2025) 'Wavelet Transform Cluster Analysis of UAV Images for Sustainable Development of Smart Regions Due to Inspecting Transport Infrastructure', *Sustainability*, 17(3), 927. pp.1-27. Available at: <https://doi.org/10.3390/su17030927> (Scopus Q2, Web of Science).

- 13. Ключников, І. М., Шалигін, А. А. & Джус, Р. М. (2011) 'Визначення вимог до побудови систем підтримки прийняття рішень', Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 3(29), pp. 114–116.
- 14. Ключников, І. М., Єрилкін, А. Г., Джус, Р. М. & Крук, Б. М. (2013) 'Обґрунтування шляху озброєння авіації ПС ЗС України безпілотними авіаційними комплексами', Системи озброєння і військова техніка, 2(34), pp. 28–31.
- 15. Ключников, І. М., Єрилкін, А. Г., & Петров, В. М. (2015) 'Шляхи вирішення проблем безпеки польотів в повітряному просторі України при застосуванні в ньому безпілотних повітряних суден', Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2(19), pp. 30–32.
- 16. Фесенко, Г. В. & Ключніков, І. М. (2018) 'Використання алгоритму розфарбовування графа для визначення порядку збору даних радіаційного моніторингу з точок «рандеву» безпроводної літальної мережі', Системи та технології, 2(56/1), pp. 5–18. Available at: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2018.2-56.1>.
- 17. Опенько, П. В., Мартинюк, О. Р., Ключніков, І. М. & Никифоров, О. В. (2018) 'Методика обґрунтування раціонального складу перспективних безпілотних авіаційних комплексів', Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, 3(33), pp. 87–92. Available at: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2018-33-3-87-92>.
- 18. Ключніков, І. М., Нерубацький, В. О. & Шалигін, А. А. (2019) 'Підхід до формування критеріального апарату оцінки ефективності змішаних угруповань пілотованої та безпілотної авіації', Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 4(37), pp. 50–55. Available at: <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.37.07>.
- 19. Компанієць, О. М., Ключніков, І. М. & Литвинчук, Д. В. (2023) 'Стратегії функціонування безпілотних літальних апаратів та автоматизованих обмінно-зарядних станцій в бездротових мережах', Системи обробки інформації, 2(173), pp. 26–31. Available at: <https://doi.org/10.30748/soi.2023.173.03>.
- 20. Таршин, В. А., Компанієць, О. М., Ключніков, І. М. & Касаткін, М. В. (2023) 'Оцінка безвідмовного функціонування літаючої сенсорної мережі на основі ймовірнісного підходу', Системи обробки інформації, 3(174), pp. 70–76. Available at: <https://doi.org/10.30748/soi.2023.174.10>.
- 21. Ключніков, І. М. (2024) 'Оцінка безпеки застосування безпілотних літальних апаратів з використанням марковських моделей', Системи озброєння і військова техніка, 4(76), pp. 51–57. Available at: <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.76.05>.
- 22. Ключніков, І. М. (2023) 'Метод визначення структури та складу мультиагентної системи моніторингу малих модульних реакторів побудованої на основі безпілотних літальних апаратів', Системи управління, навігації та зв'язку, 4, pp. 22–29.
- 23. Ключніков, І. М., Федоренко, Г. Л., Фесенко, Г. В. & Харченко, В. С. (2023) 'Методи пошуку та ідентифікації вибухонебезпечних предметів з використанням багатоцільових інтелектуальних безпілотних систем', In: Харченко, В. С. & Морозова, О. І. (eds.) Методи та технології забезпечення якості та безпеки інтелектуальних систем. Харків: Національний аерокосмічний університет «ХАІ», pp. 297–320.
- 24. Середюк, О. А. & Ключніков, І. М. (2024) 'Групове застосування безпілотних літальних апаратів та наземних роботизованих засобів: виклики, рішення та перспективи впровадження хмарно-агентних технологій', Системи управління, навігації та зв'язку, 4(78), pp. 143–155. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.4.143>.
- 25. Fesenko, H., Kliushnikov, I., Kharchenko, V., Rudakov, S. & Odarushchenko, E. (2020) 'Routing an unmanned aerial vehicle during NPP monitoring in the presence of an automatic battery replacement aerial system', In: 2020 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). Kyiv, Ukraine, 14–18 May 2020. IEEE, pp. 34–39. Available at: <https://doi.org/10.1109/DESSERT50317.2020.9125080>.
- 26. Kliushnikov, I., Kharchenko, V., Fesenko, H. & Zaitseva, E. (2021) 'Multi-UAV Routing for Critical Infrastructure Monitoring Considering Failures of UAVs: Reliability Models, Rerouting Algorithms, Industrial Case', In: 2021 IEEE International Conference on Information and Digital Technologies (IDT). Zilina, Slovakia,

22-24 June 2021. IEEE, pp. 303-310. Available at: <https://doi.org/10.1109/IDT52577.2021.9497624>.

- 27. Nikiforov, A. & Kliushnikov, I. (2021) 'Applying the method of categorical analysis for conceptual design of an automated control system of a group of unmanned aerial vehicles'. In: 2020 International Symposium on Automation, Information and Computing (ISAIC 2020). Journal of Physics: Conference Series, 1828, 012069. Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1828/1/012069>.
- 28. Kliushnikov, I., Kharchenko, V. & Fesenko, H. (2022) 'An Unmanned Aerial Vehicle as a Multi-State System'. In: 2022 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET). Lviv-Slavske, Ukraine, February 20-22, 2022. IEEE, pp. 291-296. <https://doi.org/10.1109/TCSET55632.2022.9766951>.
- 29. Kliushnikov, I., Kharchenko, V., Fesenko, H., Zaitseva, E. & Levashenko, V. 'Reliability Models of Multi-state UAV-based Monitoring Systems: Mission Efficiency Degradation Issues', In: 2023 IEEE International Conference on Information and Digital Technologies (IDT). Zilina, Slovakia, 20-22 Jun. 2023. IEEE, pp. 299-306. Available at: <https://doi.org/10.1109/IDT59031.2023.10194443>.
- 30. Kliushnikov, I., Fesenko, H., Fedorenko, G., Rudakov, S., Mikhalevskyi, V., Kompaniets, O. (2022) 'Swarm of Unmanned Aerial Vehicles as a Multi-State Queueing System with Non-Controlled and Controlled Degradation', In: 2023 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). Athens, Greece, 9-11 Dec. 2022. IEEE, pp. 1-7. Available at: <https://doi.org/10.1109/DESSERT58054.2022.10018784>.
- 31. Kliushnikov, I., Kharchenko, V., Cherepnov, I., Morozova, O., Rudakov, S. & Kompaniets, O. (2023) 'Structural-Parametric Synthesis of Multi-Agent UAV-based SMR Monitoring system: an Ontology Approach'. In: 2023 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT). Athens, Greece, 13-15 October 2023. IEEE, pp. 1-7. Available at: <https://doi.org/10.1109/DESSERT61349.2023.10416509>.
- 32. Ключніков, І. М., Шалигін, А. А., Нерубацький, В. О. & Черепенько І. В. (2020) 'Методичний підхід до формування системи показників і критеріїв оцінки ефективності застосування змішаних угруповань пілотованої та безпілотної авіації', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей XVI міжн. наук. конф. ХНУПС. Харків, Україна, 15-16 квітня 2020. Харків: ХНУПС, р. 90.
- 33. Ключніков, І. М., Камак, Ю. О. & Нестеренко, С. О. (2021) 'Планування застосування безпілотної авіаційних комплексів: моделі, методи та особливості', In: Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах: XXI наук.-техн. конф.. Чернігів, Україна, 02-03 вересня 2021. Чернігів, р. 130.
- 34. Ключніков, І. М. & Фесенко, Г. В. (2021) 'Особливості застосування мультиагентних технологій при створенні та управлінні системами моніторингу, побудованими на основі безпілотної літальних апаратів', In: Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій: матеріали Третьої міжнар. наук.-практ. конф.. Київ, Україна, 22-26 січня 2021. Київ, pp. 104-107.
- 35. Ключніков, І. М. & Середюк, А. О. (2023) 'Планування місій з використанням безпілотної літальних апаратів та підсистеми забезпечення', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей XIX міжн. наук. конф.. Харків, Україна, 12-13 квітня 2023. Харків: ХНУПС, р. 96.
- 36. Ключніков, І. М. & Васильєв, О. В. (2023) 'Способи забезпечення кібербезпеки застосування безпілотної літальних апаратів', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей XIX міжн. наук. конф.. Харків, Україна, 12-13 квітня 2023. Харків: ХНУПС, р. 95.
- 37. Ключніков, І. М. & Прозорова, К. В. (2023) 'Моделі функціонування флоту безпілотної літальних апаратів як системи масового обслуговування потоку замовлень', In: Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності: тези доп. наук.-практ. конф.. Львів, Україна, 29-30 листопада 2023. Львів: НАСВ, р. 45.
- 38. Середюк, А. О., Ключніков, І. М., Кожушко, Я. М. & Ряполов, Є. І. (2024) 'Групове застосування безпілотної літальних апаратів та наземних транспортних засобів: сфери використання, завдання, особливості та технології, що використовуються БПЛА та доповненої реальності', In: Випробування і

сертифікація озброєння та військової техніки: тези доп. III наук.-техн. конф. ДНДІ ВС ОВТ. Черкаси, Україна, 26 вересня 2024. Черкаси: ДНДІ ВС ОВТ, pp. 418-420.

- 39. Харченко, В. С., Фесенко, Г. В., Федоренко, Г. Л., Ключніков, І. М. & Толкунов І. О. (2024) 'Роботобіологічні системи для виявлення та ідентифікація вибухонебезпечних предметів', In: Проблеми надзвичайних ситуацій: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.. Харків, Україна, 16 травня 2024. Харків: НУЦЗУ, pp. 211-213.
- 40. Kliushnikov, I. & Viedienieva, R. (2024) 'A method of forming the structure and composition of intelligent monitoring systems', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей XX Міжнар. наук. конф. ХНУПС. Харків, Україна, 02-03 травня 2024. Харків: ХНУПС, р. 75.
- 41. Kliushnikov, I. & Serediuk, A. (2024) 'Forming of optimal flight routes for unmanned aerial vehicles during monitoring missions', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей XX Міжнар. наук. конф. ХНУПС. Харків, Україна, 02-03 травня 2024. Харків: ХНУПС, р. 76.
- 42. Kliushnikov, I., Olyinik, A. & Kasatkin, M. (2025) 'Methods and means of augmented reality and digital twins for intelligent unmanned systems for searching explosive objects', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей Міжнар. наук. конф. ХНУПС. Харків, Україна, 09-10 квітня 2025. Харків: ХНУПС, р. 85.
- 43. Kliushnikov, I., Kasatkin, M. & Serediuk, A. (2025) 'Group application of unmanned aerial vehicles and ground robotic systems: challenges, solutions, and prospects for cloud-agent technologies', In: Новітні технології для захисту повітряного простору: тези доповідей Міжнар. наук. конф. ХНУПС. Харків, Україна, 09-10 квітня 2025. Харків: ХНУПС, р. 84.
- 44. Севостьянов, Ю. В., Седишев, Ю. М., Каратеев, С. М., Северін, Л. С., Бойко, М. М., Джус, Р. М. & Ключніков, І. М. (2012) 'Пропозиції щодо модернізації безпілотних літальних апаратів типу Ту-141 "Стриж" з розвідувального варіанту до варіанту безпілотного літака – перехоплювача повітряних цілей', Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил, 4, pp. 44-49.
- 45. Петров, В. М., Кашаєв, І. О., Ключніков, І. М. & Кудрявцев, А. Ф. (2019) 'Методичний підхід до визначення ефективної номенклатури засобів ураження перспективних ударних безпілотних авіаційних комплексів', Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 2(60), pp. 59-66. Available at: <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.60.08>.
- 46. Ключніков, І. М. & Фесенко, Г. В. (2019) 'Балансування навантаження між безпілотними літальними апаратами літаючої бездротової мережі у разі використання автоматичних обмінно-зарядних станцій', Комунальне господарство міст, 1 (154), pp. 113-119. Available at: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2020-1-154-113-119>.
- 47. Гайдук, К. С., Ключніков, І. М. & Морозова, О. І. (2023) 'Знання-орієнтовані методи та засоби автоматизації синтезу тестів', In: Харченко, В. С. & Морозова, О. І. (eds.) Методи та технології забезпечення якості та безпеки інтелектуальних систем. Харків: Національний аерокосмічний університет «ХАІ», pp. 265-279.
- 48. Компанієць, О. М., Ключніков, І. М. & Дмитрієв, А. Г. (2023) 'Комплексний аналіз впливу факторів на ефективність управління роями безпілотних літальних апаратів', Системи озброєння і військова техніка, 3(75), pp. 66-70. Available at: <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.75.08>.
- 49. Олійник, О. К. & Ключніков, І. М. (2024) 'Особливості застосування алгоритмів пошуку шляхів у небезпечних просторах', Системи обробки інформації, 3(178), pp. 48-54. <https://doi.org/10.30748/soi.2024.178.06>.
- 50. Федоренко, Г. Л., Ключніков, І. М., Назаренко, С. О., Павліков, В. В., Толкунов, І. О., Фесенко, Г. В., Харченко В. С. Спосіб пошуку та розпізнавання вибухонебезпечних предметів : пат. 154226 Україна, № u202300129; заявл. 13.01.2023; опубл. 25.10.2023, Бюл. № 43. 6 с.
- 51. Харченко, В. С., Ключніков, І. М., Фесенко, Г. В., Федоренко, Г. Л. Система моніторингу об'єктів підвищеної безпеки : пат. 154299 Україна, № u202302137; заявл. 05.05.2023; опубл. 01.11.2023, Бюл. № 44. 7 с.

- 52. Ключніков, І. М., Середюк, А.О. Розрахунок оптимального маршруту БПЛА : рішення про реєстрацію дог. який стосується права авт. на твір. Україна №6911, дата реєстрації договору 08.12.2023 ; опубл. 29.12.2023, Бюл. № 78.
- 53. Кузьменко, А. О., Ключніков, І. М. Комп'ютерна програма «Калькулятор польотів БПЛА»: договір про передачу права на використання твору №7278; дата реєстр. дог. 14.10.2024.
- 54. Харченко, В. С., Ключніков, І. М., Фесенко, Г. В., Федоренко, Г. Л. Система моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки : пат., заявка № u2023 01106; заявл. 28.03.2023; рішення про реєстрацію винаходу від 21.10.2024 №21237/3а/24.

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

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів; забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

1. Ключніков, І. М., Середюк, А.О. Розрахунок оптимального маршруту БПЛА : рішення про реєстрацію дог. який стосується права авт. на твір. Україна №6911, дата реєстрації договору 08.12.2023 ; опубл. 29.12.2023, Бюл. № 78.
2. Кузьменко, А. О., Ключніков, І. М. Комп'ютерна програма «Калькулятор польотів БПЛА»: договір про передачу права на використання твору №7278; дата реєстр. дог. 14.10.2024.

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

1. Федоренко, Г. Л., Ключніков, І. М., Назаренко, С. О., Павліков, В. В., Толкунов, І. О., Фесенко, Г. В., Харченко В. С. Спосіб пошуку та розпізнавання вибухонебезпечних предметів : пат. 154226 Україна, № u202300129; заявл. 13.01.2023; опубл. 25.10.2023, Бюл. № 43. 6 с.
2. Харченко, В. С., Ключніков, І. М., Фесенко, Г. В., Федоренко, Г. Л. Система моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки : пат. 154299 Україна, заявка № u202302137; заявл. 05.05.2023; опубл. 01.11.2023, Бюл. № 44. 7 с.
3. Харченко, В. С., Ключніков, І. М., Фесенко, Г. В., Федоренко, Г. Л. Система моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки : пат. 129344, заявка № u2023 01106; заявл. 28.03.2023; рішення про реєстрацію винаходу від 21.10.2024 №21237/3а/24, опубл. 19.03.2025, Бюл. № 12.

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0222U001146, 0222U002861, 0122U000977, 0123U101992, 0124U000945, 0125U002056

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Харченко Вячеслав Сергійович
2. Vyacheslav S. Kharchenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 20.02.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5352-077X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Манька Вадима, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Дмитрієв Олег Миколайович

2. Oleh M. Dmitriiev

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-1079-9744

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Код за ЄДРПОУ: 26614573

Місцезнаходження: вул. Стрілецька, Чернігів, Чернігівський р-н., 14033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство оборони України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Галузевий

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Казимир Володимир Вікторович

2. Volodymyr V. Kazymyr

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8163-1119

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Чернігівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 05460798

Місцезнаходження: вул. Шевченка, Чернігів, Чернігівський р-н., 14035, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шмельова Тетяна Федорівна

2. Tetiana Shmelova

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.22.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9737-6906

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Державне некомерційне підприємство "Державний університет "Київський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 45853942

Місцезнаходження: просп. Гузара Любомира, Київ, 03058, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Харченко Вячеслав Сергійович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Федорович Олег Євгенович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Кучинський Ігор Іванович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна