

**Рішення разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії**

Разова спеціалізована вчена рада Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Харків прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 12 Інформаційні технології на підставі публічного захисту дисертації на тему «Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи багатфункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак» за спеціальністю 125 Кібербезпека "5" червня 2024 року.

Землянко Георгій Андрійович 1997 року народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2019 році Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за спеціальністю Кібербезпека.

Навчається в денній аспірантурі за спеціальністю 125 – Кібербезпека на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки у Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Міністерства освіти і науки України, м. Харків і працює за сумісництвом асистентом цієї кафедри з 2020 року до цього часу.

Дисертацію виконано у Національному аерокосмічному університеті ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Науковий керівник Харченко Вячеслав Сергійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Здобувач має 7 наукових публікацій за темою дисертації, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України, 5 статей у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus:

1. Pevnev, V., Frolov, A., Tsuranov, M., & Zemlianko, H. Ensuring the Data Integrity in Infocommunication Systems. *International Journal of Computing*. 2022. Vol. 21(2), P. 228-233. DOI: 10.47839/ijc.21.2.2591
2. Zemlianko H., Kharchenko V. Cybersecurity risk analysis of multifunctional UAV fleet systems: a conceptual model and IMECA-based technique. *Radioelectronic and Computer Systems*. 2023. No. 4. P. 152–170. DOI: 10.32620/reks.2023.4.11
3. Torianyk V., Kharchenko V., Zemlianko H. IMECA based assessment of internet of drones systems cyber security considering radio frequency vulnerabilities. IntelITSIS. *CEUR Workshop Proceedings*. 2021. P. 460-470. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2853/>
4. Zemlianko H., Kharchenko V. Cyber Security Systems of Highly Functional Uav Fleets for Monitoring Critical Infrastructure: Analysis of Disruptions, Attacks and Counterapproaches. *Elektronnoe modelirovanie*. 2024. Vol. 46, no. 1. P. 41–54. DOI: 10.15407/emodel.46.01.041
5. Землянюк Г.А., Харченко В.С. ІМЕСА-аналіз кібербезпеки систем багатофункціональних флотів БПЛА при комбінованих атаках: базові моделі та вибір контрзаходів. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2023. № 4. С. 225–233. DOI: 10.31891/2219-9365-2023-76-30
6. Pevnev, V., Tsuranov, M., Zemlianko, H., Amelina, O. Conceptual Model of Information Security. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham. 2021. Vol 188. P. 158–168. DOI: 10.1007/978-3-030-66717-7_14
7. Pevnev, V., Plakhteev, A., Tsuranov, M., Zemlianko, H., Leichenko, K. “Smart City” Technology: Conception, Security Issues and Cases. *Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham. 2022. Vol 367. P. 207–218. DOI: 10.1007/978-3-030-94259-5_19

У дискусії взяли участь голова і члени спеціалізованої вченої ради та присутні на захисті фахівці:

1. Голова разової спеціалізованої вченої ради Лукін В. В., д.т.н., проф., завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Зауваження:

— в роботі не було зазначено кількість безпілотних апаратів, які можна використовувати в складі флоту, а також не було вказано мінімальну кількість одиниць, щоб система вважалася флотом. Як відбувається формування флоту і від чого у Вас це залежить?

— дисертаційна робота має зауваження стилістичного характеру.

2. Рецензент Тецький А. Г., к. т. н., доцент кафедри комп'ютерних мереж, систем і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Зауваги:

— під час аналізу другого та третього розділів дисертації виявлено, що додатки В та Г не містять інформації, яка була б важливою для розуміння рішень, запропонованих в основному тексті роботи. Цю інформацію можна було і не додавати у роботу як окремі додатки, а лише коротко навести цю інформацію у розділах;

— у тексті роботи присутні помилки та порушення стандартів оформлення. Зокрема у змісті відсутні пункти, що стосуються підрозділу 2.1. Оформлення списку публікацій здобувача не дає змогу визначити, за яким стандартом виконувалося оформлення. Під час нумерації додатків використано літери Є та Г, які не можуть бути елементами списку відповідно до стандарту ДСТУ 3008-95;

— відсутнє пояснення, як визначається потенціал порушника до таблиці 3.2, де показано, які показники до потенціалу входять і їх шкали.

3. Рецензент Фесенко Г.В., д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

Зауваги:

— не коректо сформоване термінологічне поняття. Замість «багатофункційні флоти» доцільніше використовувати «багатотипові флоти»;

— підрозділі 2.1.1 недостатньо обгрунтовано використання у дослідженнях саме БПЛА, а не іншого виду безпілотних апаратів;

— дисертаційна робота має зауваження стилістичного характеру.

4. Офіційна опонентка Кучук Н. Г., доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Зауваги:

— розділі 3 використовується метод оцінки загроз ІМЕСА-аналіз без порівняння з іншими аналогічними методами. Чому застосовується саме ІМЕСА методологія?

— до таблиці 4.2 не має пояснення, як було сформована вартість до контрзаходів і, як експерти будуть його визначати.

— на рисунку 4.14 та його опису відсутня інформація, що за результати передаються з кожного етапу та яким чином вони будуть використовуватися;

— у розділі 3 автором розглядається ієрархічна модель ІМЕСА. Але, в явному вигляді вона не де не показується і не приводиться прикладу її використання;

5. Офіційний опонент Гнатюк С. О., доктор технічних наук, професор, в.о. проректора з наукової роботи Національного авіаційного університету.

Зауваги:

— у третьому розділі дисертації відсутнє обґрунтування доцільності вибору ризик-орієнтованого підходу на базі моделі ІМЕСА -аналізу;

— на мою думку, здобувач не дуже вдало сформував назви до деяких рисунків (наприклад, рис. 2.1, рис. 2.2, рис. 2.5), з огляду на їх контент;

— розділі 4 для оцінки ефективності вибору контрзаходів для безпілотних апаратів за критеріями було розроблена та використовувалася модель перебору. Чи не доцільно було б для розв'язання цієї задачі використовувати, наприклад, теорію графів?

— алгоритми, відображені на рис. 4.2 та рис.4.3 (стор. 157, стор. 159) побудовано без дотримання вимог відповідного ДСТУ, відсутні розділові знаки (кома, крапка, крапка з комою) після формул, деякі аббревіатури та скорочення відсутні у відповідному переліку на стор. 12 тощо.

На зауваги Здобувач дав такі відповіді:

1. Відповіді на зауваги Голови ради Лукіна В.В.:

— так згоден в роботі не було описано інформації о формуванні флоту, але в даній роботі це не зроблено по-перше тому, що це залежить від поставлених завдань та функцій, які має виконувати флот. Крім того, кількість безпілотних апаратів у флоті може бути визначена також технічними можливостями та обмеженнями, такими як бюджет, наявність необхідного обладнання та інфраструктури для їх операцій. Щодо мінімальної кількості одиниць, щоб система вважалася флотом, це може визначатися стандартами або внутрішніми правилами організації, в даній роботі вважалося що флот мінімум має 4-5 одиниці, для прикладу що розглядалося в роботі.

— з іншими заувагами погоджуюсь.

2. Відповіді на зауваги рецензента Тецького А. Г.:

— згоден, у дисертації дійсно не було достатньо детально описано методику визначення потенціалу порушника, що могло б покращити розуміння наведених результатів у таблиці 3.2. Основна причина цього полягає у складності та варіативності показників потенціалу порушника, що потребує значного обсягу додаткових досліджень та моделей. Для цілей даного дослідження було важливо зосередитися на розробці та валідації запропонованих методів виявлення атак. Визначення потенціалу порушника є комплексним завданням, яке виходить за

рамки основного фокусу даної дисертації, і це питання також буде детально розглянуто в майбутніх роботах.

— з іншими заувагами погоджуюсь.

3. Відповіді на зауваги рецензента Фесенка Г.В.:

— згоден із зауваженням. Використання терміну «багатофункційні флоти» було некоректним і дійсно правильніше використовувати термін «багатотипові флоти», який точніше відображає різноманітність типів безпілотних апаратів у флоті. Але в цій роботі ми терміном «багатофункційність» хотіли підкреслити увагу до різноманітності і багатозадачності таких систем. У подальших роботах буде враховано це зауваження, і термінологія буде скоригована відповідно до рекомендацій.

— з іншими заувагами погоджуюсь.

4. Відповіді на зауваги опонентки Кучук Н. Г.:

— згоден з зауваженням. У розділі 3 дійсно не наведено порівняння ІМЕСА-аналізу з іншими методами оцінки загроз. Але це було допущено тому що було вирішено продовжувати розробку та вдосконалення методу, який був розроблений на кафедрі ще попередниками. Перевага ІМЕСА-методології полягає в тому, що вона дозволяє врахувати специфіку флотів безпілотних апаратів та забезпечити комплексний аналіз кібербезпеки з урахуванням різних аспектів і різних підсистем.

— згоден, що не було продемонстровано як і хто визначає вартість контрзаходів, але це було зроблено для того, щоб приділити більше увагу самому способу і методу вибору контрзаходів, чим експертному визначенню вартості самих цих контрзаходів.

— з іншими заувагами погоджуюсь.

5. Відповіді на зауваги опонента Гнатюка С. О.:

— у роботі дійсно бракує детального обґрунтування вибору саме ризик-орієнтованого підходу на базі ІМЕСА-аналізу, вибір моделі ІМЕСА-аналізу був зумовлений її адаптивністю та точністю у контексті оцінки кіберзагроз для безпілотних апаратів, а також тим що цей метод дуже багато років розробляється та вдосконалюється на кафедрі.

— теорія графів дійсно є потужним інструментом для вирішення задач оптимізації і могла б бути застосована для оцінки ефективності вибору контрзаходів. Однак, модель перебору була вибрана для демонстрації базових принципів оцінки та відбору контрзаходів, що було важливо для початкового етапу дослідження. Подальше вдосконалення роботи передбачає розробку більш складних моделей, зокрема із використанням теорії графів, що дозволить підвищити точність та ефективність запропонованих рішень.

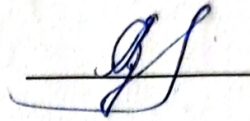
— з іншими заувагами погоджуюсь.

Члени разової ради визнали відповіді задовільними незадовільними

Результати голосування: "За" 5 членів ради, "Проти" 0 членів ради.

На підставі результатів голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує Землянку Георгію Андрійовичу ступінь доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 125 Кібербезпека.

Голова разової спеціалізованої вченої ради



Володимир ЛУКІН

Підпис голови разової ради доктора тех. наук,
професора Володимира Лукіна засвідчую.

Учений секретар

Національного аерокосмічного університету

ім. М. С. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»



Тетяна БОНДАРЄВА

М.П. «06» серпня 2024 року