

ВІДГУК

офіційного опонента

Гнатюка Сергія Олександровича

на дисертаційну роботу Землянка Георгія Андрійовича

«Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак», подану на

здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 125 - Кібербезпека

1. Актуальність теми дисертації

У зв'язку з бурхливим розвитком технологій та поширенням систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів у різних сферах, включаючи військові, комерційні та цивільні застосування, виникають серйозні виклики у сфері кібербезпеки. Значна обробка даних цими системами та їх розгортання в різних локаціях робить їх особливо уразливими перед потенційними кібератаками. Враховуючи це, розробка методів та засобів для забезпечення кібербезпеки систем безпілотних апаратів у умовах комбінованих кіберзагроз є критично важливою.

З урахуванням постійного зростання складності кіберзлочинності та з'явлення нових загроз, ігнорування цієї проблеми може призвести до серйозних наслідків, включаючи порушення приватності, фінансові збитки та навіть можливість фізичної шкоди. Отже, робота Землянка Г.А. має актуальність та важливість у зв'язку з сучасними викликами у сфері кібербезпеки.

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

Наукові дослідження виконанні здобувачем на кафедрі комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки *Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»* в рамках науково-дослідних робіт: «Наукові засади і методи забезпечення гарантоздатності флотів БПЛА інтелектуальних систем моніторингу потенційно небезпечних і військових об'єктів» (ДР №0121U112172, 2021-2023), «Методи, моделі та інформаційні технології підвищення надійності та

безпеки складних ІТ-систем на етапах розроблення та впровадження» (ДР №0121U113842, 2021-2023), «Методи, програмно-апаратні засоби та інформаційні технології розроблення і модернізації гарантоздатних комп'ютерних систем, мереж та ІТ-інфраструктур» (ДР №0117U05349, 2018-2020), «Методологія сталого розвитку та інформаційні технології зеленого комп'ютингу та комунікацій» (ДР № 0118U003822, 2018-2020) та у міжнародному проєкті «Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications» (ALIOT, №573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2-CBHE-JP, 2016-2019 pp.) за програмою ЄС ERASMUS +.

3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Робота Землянка Г.А. є завершеною науковою роботою, містить анотацію, вступ, чотири розділи, висновки, список літератури та додатки.

Дисертаційне дослідження присвячене важливій проблемі сучасної кібербезпеки, а саме – забезпеченню безпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак. Метою роботи було підвищення рівня кібербезпеки таких систем через розроблення та впровадження методів та засобів ризик-орієнтованого оцінювання та вибору контрзаходів, з урахуванням специфіки комбінованих кібератак.

Об'єктом дослідження стали процеси забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів, зокрема, БПЛА, в умовах комбінованих кібератак.

У першому розділі роботи проведено аналіз еволюції понять та характеристик цих систем, їх потреб у забезпеченні кібербезпеки та сучасні виклики та проблеми, пов'язані з комбінованими кібератаками. Також розглянуто моделі кібербезпеки для систем безпілотних апаратів, з урахуванням їхнього функціонального різноманіття та особливостей експлуатації, а також взаємозв'язок з існуючими моделями забезпечення кібербезпеки.

Другий розділ пропонує модель кіберфізичної системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів та представляє розроблення теоретико-множинного

представлення програмно-апаратних компонентів на різних рівнях ієрархії, включаючи загрози, уразливості та атаки.

У третьому розділі вдосконалено метод аналізу кіберзагроз та їхньої критичності для кіберфізичної системи, що дозволяє докладно описати вплив на різні властивості безпеки та розробити моделі комбінованих кібератак.

Четвертий розділ роботи пропонує метод вибору контрзаходів для забезпечення кібербезпеки кіберфізичної системи, який враховує різні аспекти кібербезпеки.

Висновки до розділів чітко сформульовані і відповідають змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

4. Наукова новизна одержаних результатів

Дисертаційне дослідження принесло вагомий внесок у забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів. Серед ключових результатів роботи варто відзначити наступне:

- вперше були розроблені моделі кіберфізичної системи таких флотів, які враховують комплекс мобільних підсистем, включаючи літальні, наземні і морські апарати, а також інформаційну інфраструктуру. Ці моделі відображають програмно-апаратні компоненти на різних рівнях ієрархії, ураховуючи потенційні загрози, вразливості і атаки, що дозволяє більш повно розглядати систему в умовах зовнішніх впливів та розробляти ефективні контрзаходи для захисту активів.

- було вдосконалено метод (IMECA) аналізу кіберзагроз та критичності атак на активи кіберфізичної системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів. Це досягнуто завдяки ретельному опису впливу на різні властивості безпеки та розробці моделей комбінованих послідовно-паралельних кібератак.

- вдосконалено метод вибору контрзаходів для забезпечення кібербезпеки кіберфізичної системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів. Це досягнуто шляхом формування множини контрзаходів з урахуванням різних аспектів кібербезпеки та використання критеріїв вибору.

Зазначені досягнення свідчать про значний внесок дисертанта у розвиток та підвищення безпеки систем багатфункційних флотів безпілотних апаратів.

5. Достовірність отриманих наукових результатів та висновків

Підтвердження достовірності отриманих наукових та практичних результатів здійснюється шляхом проведення аналізу ризиків успішних кібератак з використанням якісних і кількісних показників. Для цього використовуються матриці критичності, які оцінюються як до, так і після впровадження відповідних контрзаходів. Додатково, достовірність результатів підтверджується шляхом аналізу показників кібербезпеки та вибору контрзаходів у випадках як окремих, так і комбінованих атак.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

6. Практична цінність одержаних результатів і рекомендації щодо їх подальшого використання

Дисертаційне дослідження має велике практичне значення, оскільки отримані наукові результати можуть бути успішно використані в різноманітних сферах діяльності. Вони можуть знайти своє застосування у науково-дослідних та проектних організаціях, ІТ-компаніях, а також в університетах для викладання відповідних дисциплін. Окрім цього, інформація, надана у дисертації, може бути корисною для організацій, які спеціалізуються у сфері безпечних інформаційних технологій. Зокрема, вона може бути використана для побудови та забезпечення кібербезпеки і резильєнтності національної критичної ІТ-інфраструктури, а також для захисту інформаційних активів у стратегічних галузях промисловості.

7. Оцінка змісту дисертації, її завершеність, дотримання принципів академічної доброчесності та повнота викладання вимог наукових положень та результатів в опублікованих працях

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Землянка Г.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 125 – Кібербезпека.

Дисертаційна праця становить завершену наукову дослідницьку роботу, яка відображає особистий внесок автора у розвиток наукового напрямку кібербезпеки та захисту інформації. У ході перевірки на наявність текстових запозичень в

дисертаційній роботі зроблено висновок, що вона є результатом самостійних досліджень автора, позбавлена елементів фальсифікації, копіїляції, фабрикації або плагіату. Автор коректно вказує на використання ідей, результатів та текстів інших авторів, надаючи належні посилання на джерела.

Основні наукові ідеї та результати досліджень автора детально викладені у 7 наукових працях, зокрема: 2 статті у вітчизняних наукових фахових виданнях категорії Б, 3 статті у міжнародних журналах категорії А, індексованих у базі даних Scopus (Q3-Q4), та 2 статті у періодичних наукових виданнях, індексованих у Web of Science та Scopus (Q3-Q4). Результати дисертації були представлені на 5 наукових конференціях.

Науковий рівень публікацій автора високий, причому його особистий внесок чітко прослідковується у всіх наукових роботах.

Таким чином, наукові результати, описані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. У вступі дисертант перераховує методи, які були використані під час дослідження, але не вказує який саме метод для розв'язання певної задачі використовувався.

2. У третьому розділі дисертації відсутнє обґрунтування доцільності вибору ризик-орієнтованого підходу на базі моделі ІМЕСА-аналізу.

3. 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.

4. У 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?

5. 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.

6. Дисертаційна робота містить орфографічні та стилістичні помилки, русизми, які дещо ускладнюють її розуміння під час прочитання.

У цілому зазначені зауваження та недоліки не є критичними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів дисертаційної роботи.

9. Висновок

Дисертаційна робота Землянка Г.А. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає спеціальності 125 – «Кібербезпека».

Розглядаючи актуальність теми дослідження, отримані результати та їх практичне значення, вважаю, що дисертаційна робота Землянка Георгія Андрійовича «Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак» відповідає вимогам чинного законодавства України, включаючи вказані в пунктах 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12 січня 2022 року № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12 січня 2017 року № 40. Враховуючи це, я вважаю, що автор, Землянка Георгій Андрійович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 125 – «Кібербезпека».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,

в.о. проректора з наукової роботи

Національного авіаційного університету



С. Гнатюк Сергій ГНАТЮК

«15» 05 2024 року