

## **РЕЦЕНЗІЯ**

**Рецензента, к.т.н., доцента Тецького А. Г.  
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.**

Необхідність забезпечення кібербезпеки систем безпілотних апаратів у контексті їх широкого застосування в різних сферах, включаючи військові, комерційні та цивільні галузі, становить серйозний виклик у сучасному світі. Збільшення обсягу та розподілення даних, які обробляються такими системами, створює їх вразливість перед потенційними кібератаками. Таким чином, розробка ефективних методів і засобів захисту від кіберзагроз для систем безпілотних апаратів у ситуаціях комбінованих атак є актуальною та критично важливою задачею. Враховуючи швидке зростання складності кіберзлочинності та поширення нових загроз, відсутність уваги до цієї проблеми може призвести до серйозних наслідків, зокрема порушення приватності, фінансові втрати та можливу фізичну шкоду. Таким чином, робота Землянка Г. А. є необхідною та важливою в контексті сучасних викликів у галузі 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 «Харківський авіаційний інститут» 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 безпечності 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.**

Дисертаційна робота Землянка Г. А. є завершеною науковою працею, яка складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків.

Основним напрямком її досліджень є забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак шляхом розроблення та впровадження методів і засобів ризик-орієнтованого оцінювання та вибору контрзаходів з урахуванням специфіки таких атак. Об'єктом дослідження є процеси забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів у ситуаціях комбінованих кібератак, на прикладі безпілотних літальних апаратів.

У першому розділі роботи проведено аналіз еволюції понять та характеристик систем БПЛА та їх потреб у забезпеченні кібербезпеки, визначено сучасні виклики та проблеми, пов'язані з комбінованими кібератаками.

Другий розділ присвячено розробленню моделі кіберфізичної системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів та її теоретико-множинному представленню.

У третьому розділі вдосконалено метод аналізу кіберзагроз та їхньої критичності для кіберфізичної системи БПЛА.

У четвертому розділі розроблено метод вибору контрзаходів для забезпечення кібербезпеки кіберфізичної системи БПЛА.

Висновки, які сформульовані на основі результатів досліджень, чітко відображають зміст дисертаційної роботи і відповідають поставленим завданням.

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.**

Дисертаційна робота представляє наукову новизну у сфері кібербезпеки. Серед ключових результатів можна виділити такі.

- Розроблено моделі кіберфізичної системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів, які концептуально описують схему цієї системи, об'єднуючи різні мобільні підсистеми – літальні, наземні та морські апарати, а також інформаційну інфраструктуру. Ці моделі забезпечують теоретико-множинне представлення програмно-апаратних компонентів на різних рівнях ієрархії, що дозволяє більш повно аналізувати систему в умовах зовнішніх впливів та розробляти множину контрзаходів для захисту активів.

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

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

Вважаю, що робота здобувача є внеском в забезпечення кібербезпеки систем багатофункційних флотів безпілотних апаратів.

#### **5. Достовірність отриманих наукових результатів та висновків.**

Отримання достовірних наукових та практичних результатів підтверджується шляхом аналізу ризиків успішних атак, застосовуючи якісні і кількісні показники. Даний аналіз проводиться з використанням матриць критичності до і після впровадження відповідних контрзаходів. Крім того, достовірність результатів підтверджується шляхом оцінки 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.**



Дисертація має значну практичну цінність, оскільки отримані наукові результати можуть бути застосовані у різних сферах діяльності. Вони можуть бути використані у науково-дослідних та проектних організаціях, в ІТ-компаніях, а також у навчальних закладах для викладання відповідних дисциплін. Крім того, вони знайдуть застосування у сфері безпечних інформаційних технологій, зокрема, у побудові та забезпеченні кібербезпеки та резильєнтності національної критичної ІТ-інфраструктури, а також для захисту інформаційних активів стратегічних галузей 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. відповідає стандарту вищої освіти зі спеціальності 125 – «Кібербезпека».

Дисертаційна робота представляє собою завершену наукову працю, яка свідчить про значний особистий внесок здобувача у розвиток наукового напрямку кібербезпеки та захисту інформації.

Аналіз результатів перевірки на наявність текстових співпадінь підтверджує, що дисертаційна робота Георгія Андрійовича Землянка є результатом самостійних досліджень, без ознак фальсифікації, компіляції, фабрикації або плагіату. Всі використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Важливі наукові ідеї автора та результати досліджень відображені у семи наукових працях, зокрема: двох статтях у вітчизняних наукових виданнях категорії "Б", трьох статтях у англомовних журналах категорії «А», які індексуються у базі даних Scopus (Q3-Q4), та двох статтях у періодичних наукових виданнях, індексованих у базах даних Web of Science та/або Scopus (Q3-Q4). Результати дисертації також презентувалися на п'яти наукових конференціях.

Науковий рівень публікацій здобувача вважається достатньо високим, де його особистий внесок чітко відстежується у кожній роботі.

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

**8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**



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

2. У підрозділі 4.1.1 відсутнє пояснення та обґрунтування, за якою шкалою буде оцінюватись прийнятний ризик.

3. Відсутнє пояснення, як і де будуть зберігатися сформовані звіти та інші дані про атаки на системи флотів безпілотних апаратів.

4. 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.

5. 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 І, які не можуть бути елементами списку відповідно до стандарту ДСТУ 3008-95.

В цілому зазначені зауваження та недоліки не є визначними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів проведеної роботи.

## **9. Висновок.**

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

Враховуючи важливість теми дослідження, отримані результати та їх практичну значущість, підтверджую, що дисертаційна робота «Методи та засоби для забезпечення кібербезпеки системи багатофункційних флотів безпілотних апаратів в умовах комбінованих кібератак», представлена Георгієм Андрійовичем Землянком, відповідає вимогам чинного законодавства України, які передбачені в 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 №

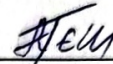


44, а також вимогам щодо оформлення дисертації, встановленим Міністерством освіти і науки України від 12.01.2017 року № 40.

Враховуючи вищевказане, вважаю, що Землянко Георгій Андрійович має всі підстави для присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 – «Кібербезпека».

**Рецензент:**

Кандидат технічних наук,  
доцент кафедри комп'ютерних систем,  
мереж і кібербезпеки  
Національного аерокосмічного університету  
ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

 **Артем ТЕЦЬКИЙ**

Підпис кандидата технічних наук,  
доцента кафедри комп'ютерних систем, мереж і  
кібербезпеки Артема ТЕЦЬКОГО засвідчую  
Учений секретар Національного аерокосмічного  
університету ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»



 **Тетяна БОНДАРЄВА**