

ОЦІНКА ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПРОТОКОЛУ ЗВ'ЯЗКУ OCSYNCS 2.0 В УМОВАХ АКТИВНОЇ РАДІОПРОТИДІЇ

І. С. Голубкова¹, Д. О. Прогонов¹

¹ Навчально-науковий Фізико-технічний інститут

Анотація

Наразі особлива увага приділяється розробці завадостійких систем керування та зв'язку для безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Однією з найбільш поширених типів даних систем є OcuSync 2.0, що широко використовується у комерційних БПЛА. Проте, в літературі відсутні відомості щодо оцінки завадостійкості даної системи в реальних умовах застосування БПЛА, а саме при роботі систем активної радіопротидії. Робота присвячена оцінці завадостійкості протоколу зв'язку OcuSync 2.0 при застосуванні зловмисниками поширених типів завад, зокрема, заміни, підробки сигналів керування, тощо. Показано суттєві переваги протоколу зв'язку OcuSync 2.0 у порівнянні з поширеними видами систем бездротової передачі, зокрема Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee за досяжним рівнем завадостійкості. Подальший інтерес становить аналіз завадостійкості OcuSync 2.0 при застосуванні методів знищення БПЛА, а саме зброї спрямованої енергії.

Ключові слова: протокол OcuSync 2.0, бездротові системи зв'язку, дрон, безпілотний літальний апарат (БПЛА)

1. Вступ

В умовах збройного конфлікту широкого розповсюдження набула практика використання БПЛА для розв'язання задач розвідки та спостереження. Для обміну даними між безпілотниками та центрами керування використовуються системи бездротового зв'язку, зокрема Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee. Однак цей зв'язок може бути порушений через використання зловмисником засобів радіоелектронної боротьби, зокрема активної радіопротидії [1]. Це призводить до внесення суттєвих перешкод до каналів зв'язку дрона, що унеможливує надійну та безпомилкову передачу даних між БПЛА та центром керування. Обмежені можливості поширених протоколів бездротового зв'язку щодо протидії роботі засобів радіоелектронної боротьби обумовлює актуальність та важливість задачі підвищення завадостійкості систем керування та зв'язку БПЛА при роботі в реальних умовах.

В роботі досліджено випадок використання поширених моделей комерційних дронів, зокрема DJI Mavic 2 Pro. Дана модель широко використовується як у повсякденному житті, так і для виконання спеціалізованих завдань, наприклад розвідки та аналізу місцевості. Цей дрон використовує систему зв'язку OcuSync 2.0, що має численні переваги у порівнянні з поширеними протоколами зв'язку Wi-Fi [2] та ZigBee [3].

Особливістю системи OcuSync 2.0 є використання спеціалізованих методів обробки сигналів для підвищення надійності її роботи в умовах сильних завад. Проте в літературі відсутні відомості щодо досяжного рівня завадостійкості при роботі в реальних

умовах. Тому метою роботи є оцінка завадостійкості протоколу зв'язку OcuSync 2.0 при застосуванні зловмисниками поширених типів завад, зокрема, заміни, підробки сигналів керування тощо.

1.1. Поширені типи методів радіопротидії

Відомі методи радіоелектронної боротьби, що можуть використовуватися зловмисниками з метою порушення роботи електромагнітного каналу передачі інформації, можуть бути поділені на наступні групи [4]:

- Створення перешкод на тій же частоті, що й канали зв'язку та навігації дрона, щоб порушити або пересилити сигнали безпілотника. Це може призвести до втрати зв'язку або неточних навігаційних даних.
- Підробка сигналів у навігаційній системі дрона, щоб змусити його злетіти з курсу або в зону, де його можна легко знищити/вивести з ладу. Дрон також може втратити здатність спілкуватися зі своїми операторами, що зробить його більш вразливим до атак.
- Заміна сигналу, що передбачає собою надсилання неправдивої інформації операторам дрона або наземній станції, наприклад модифікованих зображень або відео. Це може бути використано для введення операторів в оману щодо розташування, намірів або можливостей противника.
- Зброя спрямованої енергії (ЗСЕ, або з лат. DEW), що використовує електромагнітне випромінювання високої енергії, наприклад лазери

чи мікрохвилі; електрооптичну (ЕО), інфрачервону (ІЧ) та радіочастотну (РЧ) зброю, для пошкодження або виходу з ладу електронних систем безпілотної. ЗСЕ можна використовувати для пошкодження або знищення датчиків дрона, комунікаційного обладнання чи інших електронних компонентів.

2. Експертний аналіз досяжного рівня завадостійкості протоколу зв'язку OcuSync 2.0

За результатами експертного аналізу швидкості передачі даних на максимально можливу відстань система OcuSync 2.0 має перевагу, оскільки передає сигнал на відстань до 10 км зі швидкістю до 40 Мбіт/с. Це дозволяє дронам передавати відео високої якості у режимі реального часу без суттєвих перешкод. На відміну від Wi-Fi, що підтримує передачу сигналу лише на 30 метрів без повторювачів сигналу зі швидкістю 100 Мбіт/с на тих самих частотах (2,4 ГГц і 5,8 ГГц). Наступна для порівняння система ZigBee підтримує передачу даних на відстань від 10 до 200 м зі швидкістю 0,05 Мбіт/с.

Варто відмітити наступні переваги застосування системи OcuSync 2.0 при передачі даних в умовах сильних завад:

1. Автоматичне перемикання між частотами 2,4 ГГц і 5,8 ГГц при виявленні завад на одній із частот;
2. Підтримка декількох дронів одночасно з однієї станції керування. Це забезпечує можливість спостереження та керування декількома дронами одночасно для більш якісної розвідки.

До обмежень протоколу зв'язку OcuSync 2.0 можливо віднести:

1. Зменшення якості та швидкості передачі інформації через погодні умови;
2. Втрата зв'язку дрона зі станцією керування при використанні пристрою для радіоперешкод, що випромінює потужний сигнал у тому ж діапазоні частот, що й сигнал керування дронам.

Для покращення завадостійкості обраного протоколу пропонуємо наступні рішення[5]:

1. Шифрування сигналів зв'язку дрона, щоб запобігти їх перехопленню або декодуванню ворогом;
2. Встановлення додаткового обладнання для покращення якості зв'язку. Цю роль можуть виконувати антени з просторовою вибірковістю або діаграмами спрямованості шляхом фільтрації небажаних сигналів;
3. Заходи протидії ЗСЕ призначені для захисту електронних компонентів дрона від пошкодження електромагнітним випромінюванням високої енергії, наприклад екранування або зміцнення компонентів.

3. Висновки

За результатами аналітичного огляду сучасних бездротових систем зв'язку БПЛА показані вагові переваги протоколу OcuSync 2.0 у порівнянні з поширеними системами зв'язку на основі технологій Wi-Fi, ZigBee. Встановлено, що OcuSync 2.0 характеризується високою швидкістю та якістю передачі даних на великі відстані. Також серед переваг цієї системи знайдено автоматичне перемикання між частотами 2,4 ГГц і 5,8 ГГц при виявленні завад на одній із частот та підтримка декількох дронів одночасно з однієї станції керування. Виявлено, що досліджений протокол є нестійким до погодних умов та активної радіопротидії на тих самих частотах. Запропоновано шифрування сигналів зв'язку дрона, щоб запобігти їх перехопленню або декодуванню ворогом; встановлення додаткового обладнання для покращення якості зв'язку; заходи протидії ЗСЕ призначені для захисту електронних компонентів дрона від пошкодження електромагнітним випромінюванням високої енергії, наприклад екранування або зміцнення компонентів. Подальший інтерес становить аналіз завадостійкості OcuSync 2.0 при застосуванні методів знищення БПЛА, а саме зброї спрямованої енергії.

Перелік використаних джерел

1. Навчальний посібник / В. М. Кичак, А. Ю. Воловик, М. А. Шутило, О. П. Червак // Радіотехнічні системи (основи проектування. частина 1). — 2018. — № 1. — С. 13—14. — URL: <http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/KichakP12018122.pdf>.
2. Ченлянь І. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису // Дослідження та розробка методики оцінювання ефективності передавання аудіозвукової інформації засобами бездротових мереж стандарту IEEE 802.11. — 2019. — № 3. — С. 8—10. — URL: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/44608/1/B232.pdf>.
3. Зінченко Д. Дипломна робота на здобуття ступеня бакалавра // Дослідження надійності безпроводових технологій у системі розумний будинок. — 2020. — № 4. — С. 19—22. — URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/34842/1/Zinchenko_bakalavr.pdf.
4. Пархоменко В. Радіоприймальні пристрої // Лабораторна робота №3. — 2014. — № 2. — С. 1—29. — URL: https://dut.edu.ua/uploads/l_955_26171675.pdf.
5. Піза Д. Патент // Спосіб завадозахисту когерентно-імпульсної рлс від комбінованих завад. — 2016. — № 5. — С. 3—6. — URL: <https://uapatents.com/6-106573-sposib-zavadozakhistu-kogerentno-impulsno-rls-vid-kombinovanih-zavad.html>.