

А. В. Колесник

ПОДАВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ FPV-ДРОНІВ МЕТОДАМИ АКТИВНОГО ВПЛИВУ

Анотація: у зв'язку з тим, що FPV-дрони набувають популярності як у комерційному, так і у військовому застосуванні, проблема їхньої нейтралізації стає надзвичайно актуальною. Основна увага приділяється методам активного глушіння сигналів, спрямованих на порушення функціонування дронів через радіочастотні перешкоди. Проаналізовано сучасні технології радіоелектронної боротьби, що використовуються для блокування керування дроном та передачі відеосигналу на великі відстані. Також розглянуто переваги та недоліки різних методів впливу, включаючи їх ефективність у різних умовах.

Ключові слова: FPV-дрони, подавлення зв'язку, активний вплив на FPV-дрони.

Abstracts: Due to the fact that FPV drones are gaining popularity in both commercial and military applications, the problem of their neutralisation is becoming extremely relevant. The main attention is paid to the methods of active jamming of signals aimed at disrupting the functioning of drones through radio frequency interference. The author analyses modern electronic warfare technologies used to block drone control and long-distance video transmission. The advantages and disadvantages of various methods of influence, including their effectiveness in different conditions, are also considered.

Keywords: FPV drones, communication jamming, active influence on FPV drones.

Вступ

FPV-дрони (First-Person View), завдяки своїй компактності, маневреності та здатності передавати відео в реальному часі, стали популярними як серед цивільних користувачів, так і в військовій сфері. Військові та правоохоронні структури широко використовують FPV-дрони для розвідки, корегування вогню та інших завдань. Проте, вони також можуть стати загрозою, особливо коли їх використовують для незаконних або терористичних дій. Саме тому розвиток технологій подавлення зв'язку цих дронів стає критично важливим для забезпечення безпеки об'єктів та інфраструктури. Одним із найбільш ефективних підходів у цьому напрямку є метод активного впливу [1, 2].

Основна частина

Метод активного впливу полягає в створенні електромагнітних перешкод, які переривають канал зв'язку між оператором FPV-дрона та самим дроном. Це дозволяє не лише ускладнити або повністю зупинити управління дроном, але й перервати передачу відеоінформації, що унеможливує виконання ним місії [3]. Активне подавлення виконується за допомогою спеціальних радіоелектронних пристроїв, які можуть працювати як стаціонарно, так і мобільно. Методи подавлення FPV-дронів базуються на радіочастотному аналізі та використанні технологій генерації перешкод на частотах, які зазвичай використовуються для зв'язку. Основні етапи роботи системи активного впливу – це виявлення дрона: використання радіолокаційних або акустичних систем для ідентифікації дрона в повітрі. Наступним етапом можна виділити аналіз частотного діапазону, що включає в себе виявлення частоти, на якій працює передача даних між дроном та оператором. Найбільш поширеними частотами є 2,4 ГГц та 5,8 ГГц, проте FPV-дрони можуть використовувати й інші частоти. Ще один важливий етап це – генерація перешкод. Після визначення частотного діапазону система активного впливу починає генерувати перешкоди або шум на цій частоті, що унеможливує передачу команд і відеосигналу. Це призводить до втрати керуваності дроном. Окремим етапом роботи системи

активного впливу можна виділити залучення додаткові сучасні технології, так сучасні системи можуть використовувати технології “глушіння” GPS-сигналу або протоколи зв'язку для повного відключення автономних функцій дрона.

Основні методи активного впливу можна умовно розділити на:

- глушіння радіосигналу. Один з найбільш розповсюджених методів, коли на певній частоті створюється інтенсивний радіошум. Дрон втрачає зв'язок з оператором і зазвичай переходить в аварійний режим повернення на базу або приземляється.

- спуфінг (підміна сигналу). Цей метод передбачає перехоплення сигналу і передачу хибної інформації. Наприклад, можна змусити дрон «думати», що він має повернутися до точки старту або приземлитися в іншому місці.

- направлені антенні системи, які використовуються для точного подавлення зв'язку з конкретним дроном. Такі системи дозволяють зосередити перешкоди на конкретному об'єкті, мінімізуючи вплив на інші канали зв'язку.

Подавлення зв'язку FPV-дронів методами активного впливу мають, як свої переваги так і обмеження. До переваг можна віднести:

- ефективність. Метод активного впливу дозволяє швидко та ефективно нейтралізувати FPV-дрон, зменшуючи ризик пошкодження майна чи загрози життю.

- масштабованість. Може використовуватися як в локальних умовах для захисту окремих об'єктів (для конкретно визначених цілей), так і в масштабних операціях з контролю повітряного простору.

- гнучкість. Системи активного впливу можна адаптувати під різні частоти та типи дронів.

До обмежень використання активного впливу віднесемо наступне [4]:

- вплив на інші радіосигнали. Радіоперешкоди можуть заважати іншим пристроям, які працюють на тих самих частотах. Особливо, якщо ці пристрої задіяні в цій ж бойовій задачі.

- обхід перешкод. Деякі FPV-дрони оснащені системами автоматичного перемикавання частот або більш стійкими протоколами зв'язку, що ускладнює їх подавлення.

- вартість обладнання (фінансові затрати). Якісні системи для активного впливу можуть бути досить дорогими, особливо якщо вони розраховані на одночасне подавлення кількох дронів.

Висновки

Метод активного впливу на FPV-дрони є важливим інструментом у забезпеченні безпеки в сучасному світі. Використання технологій радіочастотного подавлення, спуфінгу та інших методів дозволяє ефективно нейтралізувати загрози, пов'язані з безпілотними літальними апаратами. Проте для максимального ефекту необхідно враховувати технічні характеристики дронів, можливі побічні ефекти та швидкий розвиток нових технологій управління безпілотниками, що вимагає постійного вдосконалення засобів активного впливу з врахуванням конфігурації поставлених завдань.

Список використаних джерел:

1. Лещенко С. П., Адаменко А. А., Лупандін В. А., Мегельбей Г. В. Система інформаційного забезпечення протидії безпілотним літальним апаратам противника при комплексному застосуванні засобів радіоелектронної боротьби. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2022. № 3 (73). С. 31-37. <https://doi.org/10.30748/zhups.2022.73.05>.

2. Коршець О., Горбенко В. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-українській війні. Повітряна міць України. 2023. No 1(4). С. 9-17. <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2023-1-4-9-17>

3. Khudov Н. Аналіз тактико-технічних характеристик та тактики застосування існуючих ударних fpv-дронів / Н. Khudov, І. Khizhnyak, І. Hridasov, У. Zbezhkhovska, І. Yuzova, Y.

Solomonenko, T. Kalimulin // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2024. – Т. 3 (77). – С. 70-79. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.3.070>.

4. Теорія і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони): монографія / Романченко І. С. та ін. Житомир: Полісся, 2011. 344 с.

***Колесник Андрій Вікторович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури; Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.*

***Kolesnik Andrii V.** - PhD student of the Department of Civil Engineering, Municipal Economy and Architecture; Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey.engineer@gmail.com.*