

УДК 621.391.8:623.746-519

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ ДРОНІВ В УМОВАХ ДІЇ АКТИВНИХ ШУМОВИХ ЗАВАД РІЗНОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЇ**

Душенко О.В., Мартинчук О.О.

e-mail: [oleksii.dushenkov@nure.ua](mailto:oleksii.dushenkov@nure.ua)

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
каф. ІКІ ім. В.В. Поповського,  
м. Харків, Україна

The paper investigates the stability of drone control channels under the influence of active noise interference of different polarization. The influence of signal polarization matching and interference on the quality of communication is analyzed. Methods for improving noise immunity, including adaptive antennas and digital signal processing, are considered. Vulnerability of systems with different types of polarization is assessed.

Для модуляції сигналу каналу доступу розглянуто різні методи, включаючи амплітудну модуляцію (АМ), частотну модуляцію (ЧМ) та верхню бокову смугу (USB). АМ - це метод модуляції, який широко використовується в радіо- і телевізійному мовленні, де амплітуда несучої хвилі змінюється відповідно до вхідного сигналу. З іншого боку, FM - це метод, який використовується в FM-радіо, де частота несучої хвилі змінюється відповідно до вхідного сигналу. USB - це тип одностороннього зв'язку (SSB), який використовується для передачі голосу та інших даних і став стандартом у системах радіозв'язку.

WebSDR, веб-додаток, який дистанційно керує радіоприймачем, що знаходиться в іншому місці, забезпечив під час експерименту різноманітні приймачі для різних типів радіозв'язку. За допомогою WebSDR прослухано радіостанції з усього світу і налаштовано параметри приймача, включаючи частоту, гучність і режим роботи. Однак, поганий доступ до сервісу WebSDR міг виникнути з різних причин. Серед них - низька якість інтернет-з'єднання користувача, мережеві обмеження на рівні провайдера або корпоративної мережі, нестабільність роботи сервера, на якому розміщений WebSDR, а також обмеження кількості користувачів, які можуть користуватися сервісом одночасно.

Визначено кілька потенційних причин нестабільності радіохвиль у каналах доступу до WebSDR. Серед них - вплив погодних умов, таких як шторми та перешкоди на шляху радіохвиль, недосконалість антен та інших пристроїв, що використовуються для прийому радіосигналів, перешкоди від інших джерел радіохвиль, таких як радіостанції або електронне обладнання, а також відстань між віддаленим приймачем і користувачем, що може впливати на якість прийому сигналу.

Під час дослідження було знайдено сигнал на частоті 13590 кГц при

ширині фільтра 9 кГц. Було встановлено амплітудну модуляцію. Потужність прийнятого сигналу становить -71,8 дБм пікове значення складає -65,3 дБм.

Частотно-часовий водопад та результат експерименту показано на рисунку нижче.

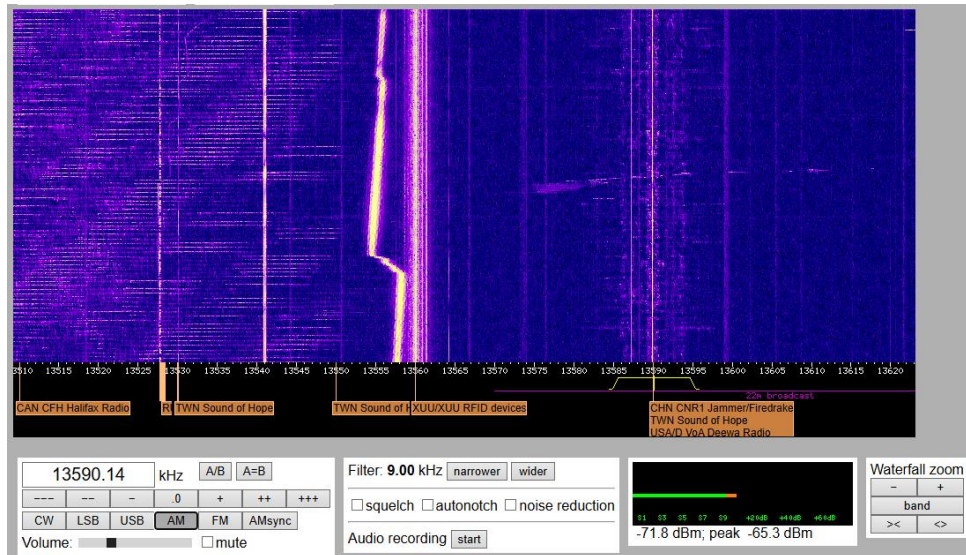


Рисунок 1 – Сигнал на частоті 13590 кГц

Висновки. У роботі досліджується вплив активних шумових завад різної поляризації на стабільність каналів зв'язку безпілотних авіаційних систем. Визначено, що завади можуть суттєво знижувати ефективність керування, особливо в умовах радіоелектронного протидіювання.

Розглядаються різні підходи до зменшення впливу завад, зокрема використання адаптивних антенних систем і цифрової обробки сигналів. Такі методи дозволяють знизити рівень перешкод і покращити якість прийому сигналів управління.

#### Список використаних джерел:

1. Martynchuk A., Vasylyshyn V., Wu Lixiang, Martynchuk O. Research Efficiency Use of Orthogonal Double Polarization MIMO Antennas in Drone Communication. Information Processing Systems, 2021, Issue 2 (165). P. 40-47. <https://doi.org/10.30748/soi.2021.165.05>.

2. Martynchuk O.O., Ikram Qadir Abdullah, AJadi Ayodele Tega, Ikeza Obasi Anyaso Destiny, M'tumbe Abi Tresor. Method of adapting polarization-orthogonal signals to improve the quality of communication channels with MIMO / O.O. Martynchuk, Ikram Qadir Abdullah, AJadi Ayodele Tega, Ikeza Obasi Anyaso Destiny, M'TUMBE ABI Tresor // Матеріали сьомої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми електромагнітної сумісності перспективних безпроводових мереж зв'язку (EMC-2021)». Харків, ХНУРЕ, 2021, с. 80-86.