

УДК 621.391:623.746-519 DOI <https://doi.org/10.30837/IYF.PDICIMT.2024.150>
**ОПТИМІЗАЦІЯ КАНАЛУ ВІДЕОЗВ'ЯЗКУ ПІД ЧАС УПРАВЛІННЯ
БПЛА**

Світличний А.О.

Науковий керівник – к.т.н. Іваненко С.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ
м. Харків, Україна

e-mail: andrii.svitlychnyi@nure.ua

The problem of limited range of wireless connections is always faced by users of such technologies. With the increase in the energy capacity of UAV batteries and the possibility of their economical energy consumption, this problem has reached this industry as well. Despite the wide selection of both powerful transmitters and high-quality sensitive receivers for control, the limitation of the control range of UAVs is one of the biggest factors affecting their use. As a solution to the problem, the use of remote video image receivers is proposed, which allow to increase the height of the antenna suspension with minimal loss of the radio budget.

Проблема обмеженості дальності роботи бездротових з'єднань завжди постає перед користувачами таких технологій. Із збільшенням енергоємності акумуляторів БПЛА та можливості їхнього економічного енергоспоживання така проблема досягла і цієї галузі.

Не дивлячись на широкий вибір як потужних передавачів так і якісних чутливих приймачів для керування, обмеження дальності управління БПЛА є одним із найбільших факторів, що впливають на їх використання.

В першу чергу це викликано особливостями використовуваного діапазону частот радіохвиль для їхньої роботи. Як правило це діапазон УКХ. Його використання викликано в першу чергу компактністю антенного устаткування, яке використовується як на боці оператора так і БПЛА. Для оператора компактні антени потрібні для FPV шолома або окулярів, для борта їх розміри викликані зменшенням парусності, ваги та і загальною малогабаритністю БПЛА, розмір яких може бути співрозмірна із долонею.

Але на цьому переваги діапазону УКХ закінчуються – цей діапазон радіохвиль має суттєвий недолік, пов'язаний із тим, що надійний зв'язок можливий лише в межах прямої видимості. Формула, яка описує дистанцію прямої видимості для умов нормальної рефракції наведена нижче [1]:

$$r_0 = 3,57 \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} \right),$$

r_0 – відстань прямої видимості, км;
 h_1, h_2 – висоти підвісу антен.

(1).

Виходячи із формули рішенням цієї проблеми є збільшення висот підвісу антен зв'язку бездротової системи. Якщо у випадку БПЛА його антена може бути розташована на тій же висоті, що і сам борт, і ця висота може бути від декількох метрів до декількох сотень метрів, то у випадку із антеною оператора ситуація менш оптимістична: реально висота антени оператора не перевищує 1-2 метрів. А враховуючи той факт, що рельєф місцевості може бути несприятливим: пагорби, яри тощо, або оператор знаходиться в споруді із покрівлею, то прямої видимості може не бути і взагалі. Цей факт суттєво погіршує умови експлуатації БПЛА.

В якості вирішення такої проблеми пропонується використання виносних антен, які можуть забезпечити винос антени для забезпечення прямої видимості як такої, а розміщення антени на щоглі дозволяє також збільшити висоту підвісу.

Однак у такого рішення також є і свої недоліки, а власне збільшення довжини фідера. А враховуючи частоти на яких відбувається зв'язок (як правило це 2,4 -5.8 ГГц) і втрати на таких частотах на доступних фідерах можуть складати 0,7 дБ/м для 2,4 ГГц і 1,2 дБ/м на 5.8 ГГц . Тобто при висоті підвісу хоча б 10 м втрати можуть бути вже дуже суттєвими. Таким чином рішення, яке дозволяє організувати пряму видимість, віднімає значну частину енергетичного бюджету.

Оскільки проблема найбільш гостра для аналогового каналу відеозв'язку (частота 5.8 ГГц), то в якості рішення, яке дозволяє вирішити цю проблему, пропонується використання виносного аналогового відео приймача FPV. На ринку присутня доволі якісна модель чутливого радіоприймача від виробника Skyzone R600 [2]. Він є доволі бюджетним і якісним приймачем.

Ідея його використання полягає в тому, що приймач має відеовихід із аналоговим стандартом PAL/Secam, який передається на частоті десятків МГц, і втрати сигналу на цих частот у фідері будуть менші ніж 0.01 дБ/м. Таким чином ця проблема вирішується: енергетичний бюджет збережений і висота підвісу антени оператора збільшена, обидва ці фактори суттєво можуть збільшити дистанцію зв'язку для управління БПЛА на УКХ із використанням аналогового каналу відеозображення.

Список використаних джерел:

1. «Расчет дальности прямой видимости» URL: <https://3g-aerial.biz/onlajn-raschety/dopolnitelnye-raschety/raschet-dalnosti-priamoj-vidimosti> (дата звернення 04.03.2024)
2. «Skyzone R600 5.8G 32ch» URL: https://hobbyking.com/ru_ru/skyzone-r600-5-8g-32ch-wireless-av-receiver.html?store=ru_ru (дата звернення 04.03.2024)