

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор  
ТОВ “СПЕЦІАЛІЗОВАНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ”  
ФЕДОРЕНКО О.І.  
30 березня 2024 року

**ПРОТОКОЛ №30/03/24-1**

Перевірка робочого частотного діапазону та рівня сигналу радіоелектронної перешкоди засобу радіоелектронної боротьби “Кульбаба-150” від ударних FPV-дронів. Перевірка дальності ефективного радіоелектронного подавлення засобом радіоелектронної боротьби “Кульбаба” каналів керування ударних FPV-дронів

**1. Об’єкт випробувань**

Об’єктом випробувань є засіб радіоелектронної боротьби “Кульбаба” від ударних FPV-дронів (далі – Виріб) (рисунок 1).

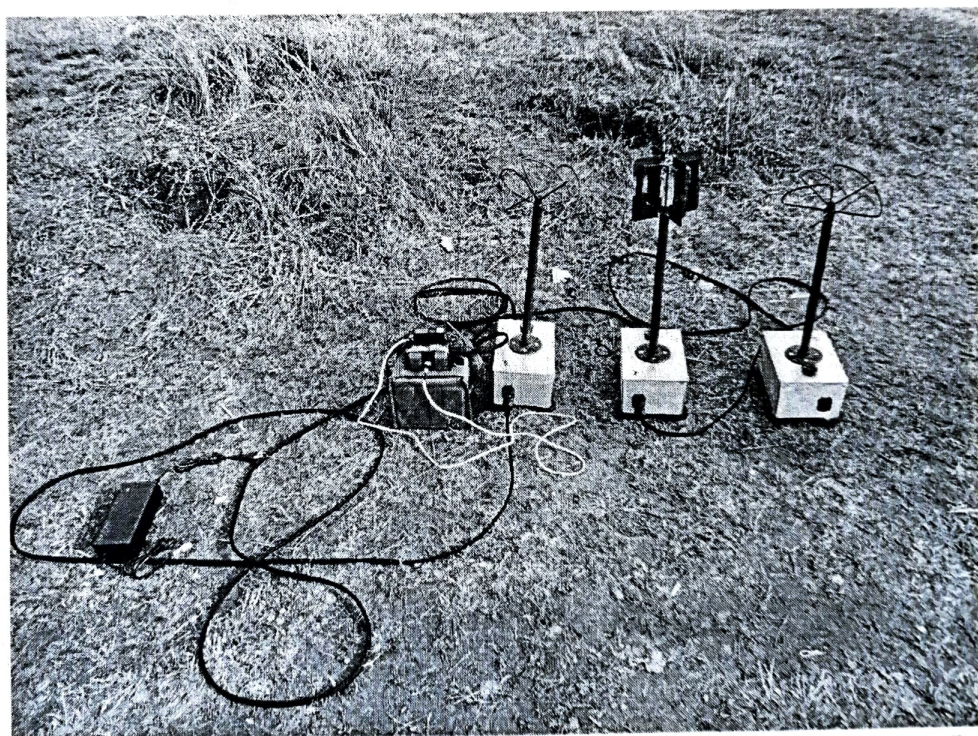


Рисунок 1 – Загальний вигляд комплекту засобу радіоелектронної боротьби “Кульбаба-150”

## **2. Мета випробувань**

Визначення реального робочого частотного діапазону, рівня сигналу радіоелектронної перешкоди та дальності ефективного радіоелектронного подавлення каналів керування ударних FPV-дронів.

## **3. Дата і місце випробувань**

30.03.2024 року, аеродром "Бузова" (н.п. Личанка, Київська обл.).

## **4. Показники, що перевіряються**

значення робочого частотного діапазону;  
рівень сигналу радіоелектронної перешкоди;  
дальність ефективного радіоелектронного подавлення каналів керування ударних FPV-дронів.

## **5. Методика випробувань**

Перевірка проводилась у відповідності до Типової програми та методик тестування засобів радіоелектронної боротьби з безпілотними літальними апаратами (далі - БпЛА).

## **6. Апаратура, що застосовувалась**

6.1 Частотний аналізатор Tektronix Y400 NetTek Analyzer;

6.2 Частотний аналізатор tinySA Ultra 100 kHz - 6 GHz Portable Spectrum Analyzer - Celtec (Z-TSAU)

6.3 БпЛА ударний FPV Рій Бджола – 2 шт;

6.4 SNDWAY SW-TG70 лазерная рулетка до 70 м.

## **7. Умови проведення випробувань**

7.1 Метеорологічні умови при проведенні випробувань станом на 30.03.24 року:

час доби – вдень;

метеорологічна дальність видимості не менше 5000 м;

висота нижньої границі хмар не менше 5000 м;

швидкість вітру в приземному шарі у будь-якому напрямку – не більше 3 м/с.

7.2 Перевірка частотного діапазону проводилась за допомогою частотного аналізатора Tektronix Y400 NetTek Analyzer та tinySA Ultra 100 kHz - 6 GHz Portable Spectrum Analyzer - Celtec (Z-TSAU).

7.3 Для визначення дальності ефективного радіоелектронного подавлення каналів керування ударних FPV-дронів в якості цілі застосовувався БпЛА – FPV-дрон (рисунок 2), протокол керування: Express LRS – 915MHz (почерговість режимів 25 Hz), 750MHz (почерговість режимів 25 Hz), 990MHz (почерговість

режимів 25 Hz);

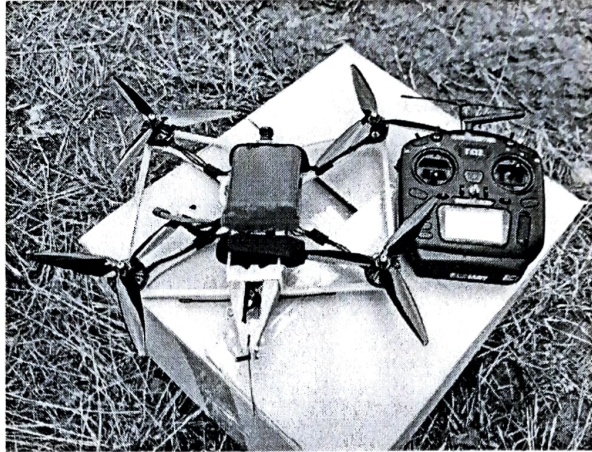


Рисунок 2 – Загальний вигляд FPV- дрона

Загальні технічні характеристики FPV – дрона наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Загальні технічні характеристики FPV - дрона

Полярізація каналу керування БПЛА	горизонтальна
Частоти керування БПЛА:	
F <sub>1</sub>	750 МГц
F <sub>2</sub>	915 МГц
F <sub>3</sub>	990 МГц
Потужність передавача	1 Вт
Антенa	Виносна, направленої дії, типу-хвильовий канал (12-14 дБі, 8- 10дБі) з підвісом антени 8 м

Відстань від Виробу до FPV-дрона – не менше 2500 м.

Режим польоту FPV-дрона – прямолінійний, рух відбувався на Виріб з висотою Н=50-100 м, на дальностях від 2500 м до 25 м (рисунок 3).

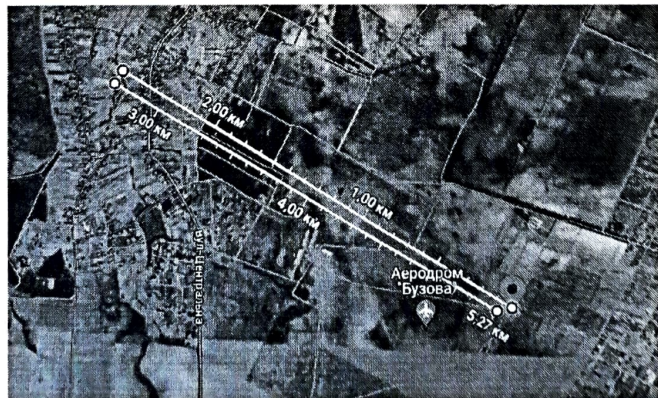


Рисунок 3 – Маршрут польоту FPV-дрона

Пілот FPV-дрона здійснював почерговий політ до Виробу відповідно до порядку з фіксуванням впливу на канали керування.

Послідовність проведення тестувань:

1-й проліт – на частоті керування  $F_1$ , антена 12-14 дБі, почерговість режимів 25 Hz, 50 Hz, 100 Hz (якщо відбувається подавлення в режимі 25 Hz на відстані 30 м, наступні тести по режимам не проводяться);

2-й проліт – на частоті керування  $F_2$ , антена 8-10 дБі, почерговість режимів 25 Hz, 50 Hz, 100 Hz (якщо відбувається подавлення на антені 12-14 дБі на відстані 20 м, тести з антеною 8-10 дБі та з пульта не проводяться);

3-й проліт – на частоті керування  $F_3$ , з пульта без виносної антени, почерговість режимів 25 Hz, 50 Hz, 100 Hz (тестування TBS Crossfire тільки для частоти  $F_2$ , за умови якщо тестування на подавлення протоколу ELRS не пройдено успішно);

## 8. Результати випробувань

8.1. Перевірка (вимірювання) частотних характеристик Виробу здійснювалась за допомогою частотного аналізатора tinySA Ultra 100 kHz - 6 GHz Portable Spectrum Analyzer - Celtec (Z-TSAU)

Вимірний частотний діапазон радіоперешкод наведений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати вимірювань частотних характеристик

Вимірний діапазон (МГц)	Рівень радіоперешкоди	Спектр перешкоди, МГц	Примітки
750 МГц (709...839 МГц)	- 44 дБм	130	Рисунок 4
915 МГц (840...950 МГц)	- 30 дБм	110	Рисунок 5
990 МГц (950...1010 МГц)	- 30 дБм	60	Рисунок 6

За результатами вимірювання частотних характеристик Виробу отримано спектрограму, яка зображена на рисунках 4-6.

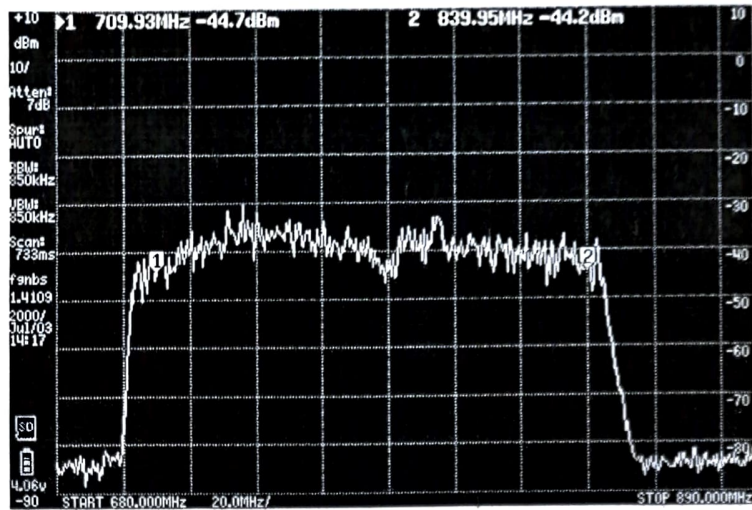


Рисунок 5 – Спектрограма радіоперешкоди в діапазоні 709...839 МГц

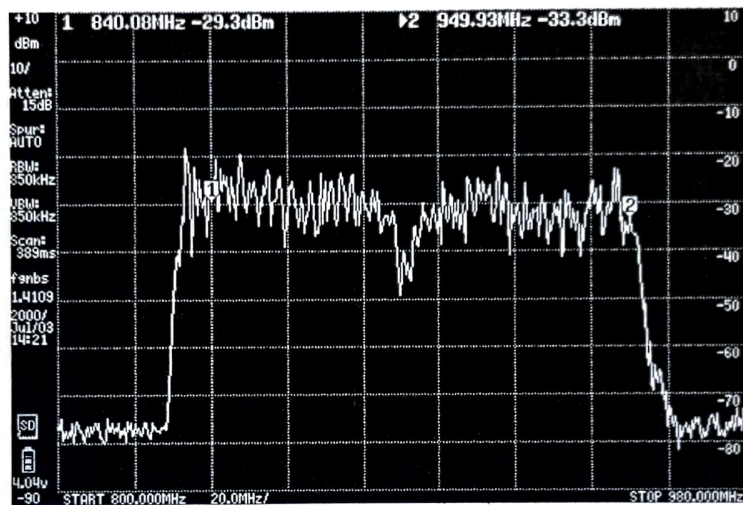


Рисунок 6 – Спектрограма радіоперешкоди в діапазоні 840...950 МГц

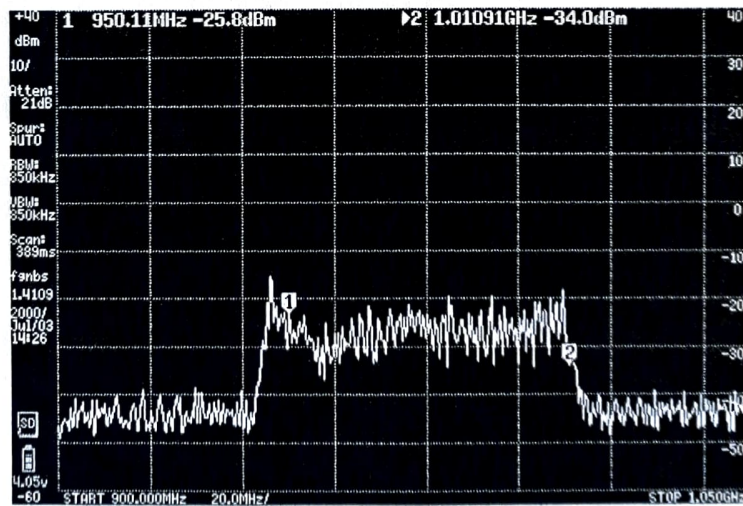


Рисунок 7 – Спектрограма радіоперешкоди в діапазоні 950...1010 МГц

**8.2** За результатами визначення дальності ефективного радіоелектронного подавлення каналів керування FPV-дрона

Старт 11.45, частота 915 МГц (в режимі 25 Hz) - FPV-дрон втрачає повну керованість і падає на землю на відстані 32 м;

Старт 13.35, частота 750 МГц (в режимі 25 Hz) - FPV-дрон втрачає повну керованість і падає на землю на відстані 38 м;

Старт 14.29, частота 990 МГц (в режимі 25 Hz) - FPV-дрон втрачає повну керованість і падає на землю на відстані 40 м.

Наступні випробування протоколу ELRS та TBS Crossfire не проводились у зв'язку з тим, що тестування на подавлення протоколу ELRS (в режимі 25 Hz) пройдено успішно.

## **9. Рекомендації**

Відсутні

## **10. Зауваження**

Відсутні

## **11. Висновки**

Виміряні частотні характеристики радіоперешкоди відповідно до таблиці 2 даного протоколу.

Рівень потужності радіоперешкод в межах від мінус 44 дБм до мінус 30 дБм.

Отримані значення дальності ефективного радіоелектронного подавлення каналів керування ударних FPV-дронів відповідають заявленим характеристикам, результати випробувань вважати позитивними

Голова комісії - ФЕДОРЕНКО О.І.



  
30 березня 2024р.

Заступник голови комісії - РУБАН Д.О.

  
30 березня 2024р.

Провідний інженер за напрямком - АНДРЕЄВ Є.Ю.

  
30 березня 2024р.