

ІНСТРУКЦІЯ РЕР

**для групи спостерігачів
радіоелектронної розвідки**

Зміст

1.	Вступ	3
2.	Розрахунок анти-БПЛА	3
3.	Технічне забезпечення	3
3.1.	Засоби виявлення БПЛА	3
3.2.	Засоби протидії БПЛА	6
3.3.	Засоби електроживлення	8
3.4.	Засоби зв'язку	8
3.5.	Засоби орієнтування на місцевості	9
3.6.	Перевірка обладнання	9
3.6.1.	Перевірка засобів виявлення БПЛА	10
3.6.2.	Перевірка засобів протидії БПЛА	12
4.	Заходи безпеки	14
5.	Операційні процедури	15
5.1.	Підготовча частина	15
5.1.1.	Отримання завдання	15
5.1.2.	Планування виконання завдання	15
5.1.3.	Підготовка та перевірка технічних засобів	15
5.1.4.	Вибір та облаштування позицій	15
5.1.5.	Маскування	16
5.1.6.	Організація комунікації	16
5.2.	Виконання завдання	16
5.2.1.	Виявлення БПЛА	17
5.2.1.1.	Рівень сигналу та відстань до БПЛА	19
5.2.1.2.	Визначення напрямку на БПЛА	20
5.2.1.3.	Додаткові можливості для оператора виявлення БПЛА	20
5.2.2.	Протидія БПЛА	21
5.2.2.1.	Робота оператора засобів протидії БПЛА у складі піхотного підрозділу	22
5.3.	Відхід з позиції	23
6.	Додаток 1. Порядок роботи із дрон-детектором VOLTSCAN Mini на базі аналізатора спектру "tinySA Ultra" з прошивкою версії v3.2.0	24
6.1.	Опис	24
6.2.	Правила користування	26
6.3.	Налаштування	27
6.4.	Технічні характеристики	28
6.5.	Зауваження щодо діапазону 5,8 ГГц	29
6.6.	Органи керування аналізатора спектру "tinySA Ultra"	29
6.7.	Увімкнення, контроль живлення та заряджання	30
6.7.1.	Увімкнення	30
6.7.2.	Контроль живлення	30
6.7.3.	Заряджання	31
6.8.	Вибір режиму роботи	32
6.9.	Елементи відображення на дисплеї	33
6.10.	Функція масштабування	34
6.10.1.	Спосіб 1 – ручне масштабування	34
6.10.2.	Спосіб 2 – автоматичне масштабування найсильнішого сигналу	35
6.11.	Пошук частоти	36
6.12.	Екранне меню	36
6.13.	Робота дрон-детектора з виносною антеною	37
6.14.	Звукова та світлова сигналізація	38
6.14.1.	Звукова сигналізація	38
6.14.2.	Світлова сигналізація	39
6.14.3.	Налаштування винятків для сигналізації ("спеціальні" діапазони)	40
7.	Додаток 2. Приклади шаблонів спектрів випромінювання сигналів деяких БПЛА	41
8.	Додаток 3. Приклади шаблонів спектрів випромінювання сигналів РЕБ	48

1. Вступ

Засоби виявлення та протидії БПЛА відіграють важливу роль в забезпеченні передових підрозділів ЗСУ, а також артилерійських засобів, техніки та складів. Фактично, виявлення БПЛА – це функція РЕР (радіо-електронної розвідки), а протидія БПЛА – це функція РЕБ (радіо-електронної боротьби). Через брак спеціальних військових систем РЕР/РЕБ, бійці мають оволодіти роботою з дрібносерійними засобами індивідуального користування.



Використовуйте засоби протидії БПЛА відповідно до плану та процедур, розроблених заздалегідь, щоб мінімізувати ризики для особового складу та інших об'єктів.



Важливо пам'ятати, що використання портативних засобів протидії БПЛА в умовах бойових дій може бути небезпечним та повинно проводитися лише досвідченими та професійними фахівцями з дотриманням усіх вимог безпеки.



Завжди дотримуйтесь інструкцій виробника під час використання технічних засобів виявлення та протидії БПЛА й за необхідності звертайтеся за допомогою до фахівців.

2. Розрахунок анти-БПЛА



Відокремлені засоби протидії БПЛА мають значно меншу ефективність без одночасного використання засобів виявлення БПЛА. Крім того, застосування засобів протидії БПЛА без належної підготовки та координації, може нашкодити дружнім підрозділам.

До розрахунку анти-БПЛА мають входити як мінімум:

1. Оператор засобів виявлення БПЛА (командир розрахунку) – робота із технічними засобами виявлення БПЛА, координація дій розрахунку, координація із сусідніми підрозділами та базою, зв'язок.
2. Оператор засобів протидії БПЛА – робота із технічними засобами протидії БПЛА.

Рекомендований склад розрахунку анти-БПЛА:

1. Оператор засобів виявлення БПЛА (командир розрахунку) – робота із технічними засобами виявлення БПЛА, координація дій розрахунку, координація із сусідніми підрозділами та базою, зв'язок.
2. Оператор засобів протидії БПЛА – робота із технічними засобами протидії БПЛА.
3. Група забезпечення (2 бійця) – допомога в облаштуванні позицій, ведення спостереження, забезпечення охорони та вогневого прикриття.
4. Водій (може входити в групу забезпечення).

Усі бійці розрахунку анти-БПЛА повинні знати технічні засоби та вміти користуватися ними для можливості взаємозаміни.

У разі обмежень по штату, розрахунок анти-БПЛА може складатися з одного бійця, який виконує усі дії самостійно та повинен мати відповідні навички роботи з усім обладнанням.

3. Технічне забезпечення

Розрахунок анти-БПЛА використовує такі технічні засоби:

1. Засоби виявлення БПЛА.
2. Засоби протидії БПЛА.
3. Засоби зв'язку.
4. Засоби електроживлення.
5. Засоби орієнтування на місцевості.

3.1. Засоби виявлення БПЛА

Розрахунок анти-БПЛА повинен використовувати усі наявні засоби та способи виявлення повітряних цілей у зоні відповідальності, такі як:

- Електронні радіочастотні дрон-детектори.
- Оптичні прилади спостереження (біноклі, зорові труби, ПНБ тощо).
- Тепловізійні прилади спостереження (монокуляр, приціли тощо).
- Слуховий контроль (органи чуття, активні навушники, спеціальні мікрофони тощо).
- Інформацію з інших джерел, наприклад, від РЕР, ППО та сусідніх підрозділів.

Для дальнього та завчасного виявлення БПЛА, використовуються електронні пристрої – детектори дронів (дрон-детектори). Деякі сучасні промислові дрон-детектори самостійно (автоматично) визначають виробника й тип БПЛА та виводять його назву на дисплеї, крім того, вони в автоматичному режимі повідомляють про виявлення БПЛА за допомогою звукових та світлових сигналів. Такі пристрої можуть бути як стаціонарні, так і портативні, та мають досить високу вартість.

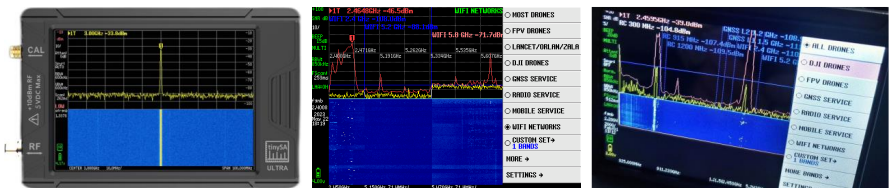


Портативні промислові дрон-детектори

Зважаючи на відсутність доступних портативних промислових дрон-детекторів, у нас виробляються саморобні пристрої (дрон-детектори), які базуються на аналізаторі спектру "tinySA Ultra" або "SA6". Аналізатор спектру "tinySA Ultra" має спеціальну адаптовану прошивку "PEP БПЛА" для зручного та зрозумілого користування.



Портативні саморобні дрон-детектори



Аналізатор спектру "tinySA Ultra" зі спеціальною прошивкою "PEP БПЛА v2.5.2a"

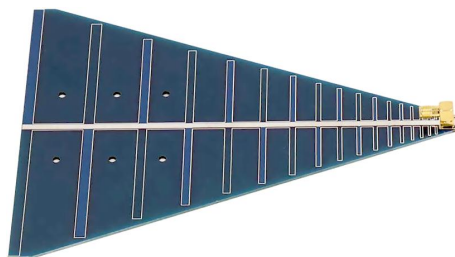
Усі дрон-детектори, як промислові, так і саморобні, можуть працювати з напрямленими антенами для пошуку напрямку на БПЛА або з ненаправленими для кругового моніторингу на 360 градусів.



Ненаправлені однодіапазонні штирові антени
(вибирайте антени з шарнірним кріпленням)



Ненаправлені всесіапазонні штирові антени



Направлені всесіапазонні антени (логоперіодична "трикутник" та рупорна "вівальді")



Гостронаправлені антени "хвильовий канал" ("yagi"), на фото для діапазонів 2,4/5,8 ГГц

3.2. Засоби протидії БПЛА

Протидія БПЛА полягає в глушінні (пригніченні) радіочастот БПЛА (точніше, смуг частот, які використовують БПЛА). Для цього використовуються потужні передавачі із відповідними антенами. Пристрої протидії БПЛА бувають стаціонарними, переносними та мобільними. Крім того, завдяки різним типам антен, вони бувають кругової дії (так званий "купольний РЕБ") та направленої дії (так звана "анти-дронові рушниця"). У свою чергу, анти-дронові рушниця теж відрізняються за конструкцією й зовнішнім виглядом – довгі "космічні бластери" мають дуже вузький кут випромінювання (близько 10 градусів) та потребують постійного й ретельного "прицілювання", плоскі "лопато/праско/пательне-подібні" пристрої дають більш широкий кут випромінювання (30÷60 градусів) й з ними можна працювати "по напрямку". У свою чергу, випромінювачі для різних частот теж мають різні кути випромінювання (чим нижча частота – тим більший кут випромінювання), нижче наведені приблизні значення для плоских ширококутних анти-дронових рушниць:

- 1,2/1,5 ГГц – 60°÷120°
- 2,4 ГГц – 30°÷40°
- 5,2/5,8 ГГц – 20°÷30°

Сумарна потужність переносного купольного РЕБ складає приблизно 100÷500 Вт, анти-дронових рушниць – від 10 Вт до 150 Вт. Купольний РЕБ та анти-дронові рушниця можуть мати від одного до дев'яти каналів глушіння, деякі моделі мають вбудований детектор дронів.

У деяких моделях анти-дронових рушниць, для більш ефективного глушіння певного діапазону, встановлюється два блоки постановки перешкод, які працюють у різних поляризаціях – для того, щоб глушіння було ефективним при будь-якому положенні БПЛА відносно антен анти-дронові рушниця.

Для можливості працювати у різних режимах та для різних задач, пристрої протидії БПЛА зазвичай мають окремі вимикачі для кожного частотного діапазону (каналу глушіння) – це економить заряд батареї та зменшує ризик бути запереленованими.

Ефективна дальність роботи переносних купольних РЕБ (які працюють постійно й потребують стабільного живлення) становить 300÷2000 метрів. Більшість анти-дронових рушниць ефективні на відстані 1500÷2500 метрів по сигналах керування й передачі відео та до 1500 метрів по сигналах навігації. У разі роботи в міських умовах, дальність ефективної протидії БПЛА різко скорочується через перешкоди у вигляді міської інфраструктури. Навіть гілки дерев гасять випромінювання – чим вища частота, тим більше впливають такі перешкоди.



Приклади переносних купольних РЕБ з круговими та секторними (панельними) антенами



Приклади вузьконаправлених анти-дронових рушниць

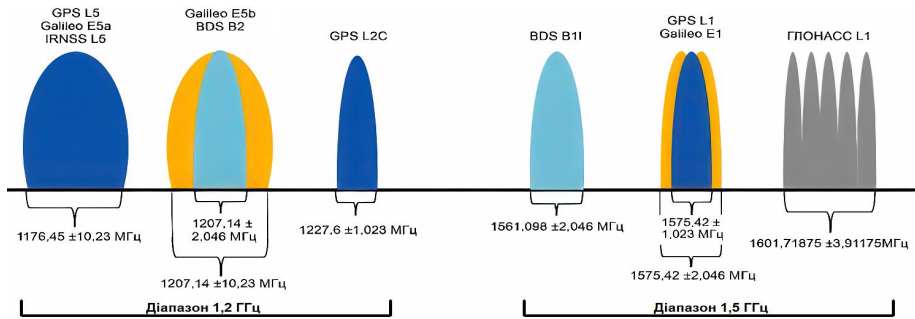


Приклади широконаправлених анти-дронових рушниць

Зазвичай глушаться частоти керування, частоти передачі відео та частоти систем супутникової навігації (GNSS – Global Navigation Satellite System). У свою чергу, глушіння супутникової навігації передбачає блокування прийому сигналів GNSS усіх відомих операторів, оскільки блокування одного або декількох операторів GNSS може виявитися неефективним.

Перелік смуг частот, які використовують деякі БПЛА, та які потрібно глушити, наведений у таблиці (якщо наведена одна частота – це центральна частота смуги частот).

Модель БПЛА	Керування, МГц (смуга, МГц)	Телеметрія, МГц (смуга, МГц)	Відео, МГц (смуга, МГц)	Навігація, МГц
Зала 421 Ланцет Мерлін	433÷435	863÷873 (0,21) 902÷928 (0,21)	1100÷1250 (5) 2160÷2450 (5) 2520÷2550 (5)	1561 1575 1596÷1608
Орлан	200÷450	863÷928 (смуга 2, 4; сигнал 0.1, 0.2, 0.25, 0.4)	1080÷1300 (10, 14)	CRPA Комета
Орлан М		960÷1050 (2, 4)	2300÷2700 (2, 4, 8, 16, 32)	CRPA Комета
Суперкам (10 смуг по 150 кГц, загальна смуга 5 МГц)		837÷887 (5) 860÷917 (5) 970÷975 (5) 1004÷1020 (5)	976.5÷1222.5 (8) 1296÷1302 (8) 1365÷1375 (8) 1383÷1390 (8)	1572,42 1575,42 1602
Суперкам (2 смуги по 4 МГц)		1015÷1120 (4+4) 1124÷1132 (4+4) 1110÷1387 (4+4)	976.5÷1222.5 (8) 1296÷1302 (8) 1383÷1400 (8)	1572,42 1575,42 1602
Елерон (10 смуг по 150 кГц, загальна смуга 5 МГц)	860÷1020 (5)	860÷1020 (5)	976.5÷1222.5	1572,42 1575,42 1602
Оріон		890÷920 (1)		1572,42 1575,42 1602
Гранат		915÷928 (12,5)		1572,42 1575,42 1602
Тахіон		915÷920 (5)		1572,42 1575,42 1602
FPV	400 ÷450 700÷1050 868 (26) – стандартна частота 915 (26) – стандартна частота 1100÷1300 2400÷2585		1080÷1320 (26) 2400÷2500 (26) 4900 (26) 5700÷5900 (26)	
DJI	2400÷2585 (20) 5150÷5300 (20) 5725÷5850 (20)			1500 (1550÷1620)
Autel	2400÷2585 (20, 40) 5150÷5300 (20, 40) 5725÷5850 (20, 40)			1500 (1550÷1620)
Autel EVO MAX 4T	850÷940 (20, 40) 2400÷2483 (20, 40) 5150÷5250 (20, 40) 5725÷5850 (20, 40)			1200 (1170÷1260) 1500 (1550÷1620)
Супутникова навігація військового діапазону (GNSS L2)				1200 (1170÷1260) 1227,6 +/-12
Супутникова навігація цивільного діапазону (GNSS L1)				1500 (1550÷1620) 1575,42 +/-12



Частотні діапазони операторів систем супутникової навігації (GNSS)

3.3. Засоби електроживлення

У польових умовах часто відсутній доступ до електропостачання, тому для забезпечення довготривалої та безперебійної роботи засобів протидії БПЛА, необхідно мати додаткові джерела живлення. Такими джерелами можуть бути:

- Переносні генератори 220 В.
- Автомобільні розетки 12 В.
- Зарядні станції.
- Сонячні панелі.
- Інвертори.
- Додаткові акумуляторні блоки.
- Повербанки.



Зверніть увагу, що при наявності додаткового зовнішнього акумуляторного блоку анти-дронові рушниці, його потрібно підключити до роз'єму живлення/заряду перед початком роботи. Якщо додатковий зовнішній акумулятор підключити коли вбудований акумулятор розрядився, то ємність додаткового зовнішнього акумулятора буде використовуватись не тільки для роботи пристрою, а й для заряду вбудованого акумулятора, при цьому струм віддачі додаткового зовнішнього акумулятора може стати надмірно великим, що може призвести до пошкодження роз'єму живлення та дротів, а також до перегріву як вбудованого, так і додаткового зовнішнього акумулятора.

Деякі моделі анти-дронових рушниць мають знімні акумулятори, тому для них здійснюється заміна вбудованого акумулятора на додатковий свіжий – як це робиться із радіостанціями.

3.4. Засоби зв'язку

Зв'язок забезпечується використанням персональних радіостанцій.

Розрахунок анти-БПЛА використовує зв'язок для наступних цілей:

1. Комунікація із сусідніми підрозділами для отримання та/або передачі повідомлень про загрози з неба.
2. Комунікація із сусідніми підрозділами для отримання повідомлень про запуски своїх БПЛА.
3. Взаємодія усередині розрахунку та зв'язок із базою стосовно переміщень по позиціях, транспортуванню обладнання, підвезення батарей тощо.

3.5. Засоби орієнтування на місцевості

Запорукою успішного виконання будь-якого завдання є наявність засобів орієнтування та вміння ними користуватися.

Кожен боєць розрахунку анти-БПЛА повинен мати компас та смартфон зі встановленим картографічним програмним забезпеченням (Дельта, Кропива, МілЧат, Броня, КомБат, Альпайн Квест тощо).

Спеціальне програмне забезпечення дозволяє провести попередню розвідку місцевості ще до виходу на позицію, запланувати маршрути руху розрахунку, місця збору та ховання транспортних засобів, розставити або завантажити необхідні об'єкти та позначки на мапі.

3.6. Перевірка обладнання

Маючи певне обладнання, необхідно знати його технічні характеристики та, що важливіше, його реальні спроможності.

Для засобів виявлення БПЛА необхідно знати наступне:

- Дистанція (відстань та/або висота) виявлення певних типів БПЛА дрон-детектором.
- Дистанція (відстань та/або висота) ідентифікації певних типів БПЛА дрон-детектором.
- Дистанція (відстань та/або висота) виявлення певних типів БПЛА засобами акустичного спостереження (органи чуття, активні навушники, спеціальні направлені мікрофони, мікрофонні решітки тощо).
- Дистанція (відстань та/або висота) ідентифікації певних типів БПЛА засобами акустичного спостереження (органи чуття, активні навушники, спеціальні направлені мікрофони, мікрофонні решітки тощо).
- Дистанція (відстань та/або висота) виявлення певних типів БПЛА засобами оптичного спостереження (біноклі, зорові труби тощо).
- Дистанція (відстань та/або висота) ідентифікації певних типів БПЛА засобами оптичного спостереження (біноклі, зорові труби тощо).
- Дистанція (відстань та/або висота) виявлення певних типів БПЛА засобами тепловізійного спостереження (монокуляр, приціли тощо).
- Дистанція (відстань та/або висота) ідентифікації певних типів БПЛА засобами тепловізійного спостереження (монокуляр, приціли тощо).
- Точність визначення напрямку на певні типи БПЛА різними способами.

Для засобів протидії БПЛА необхідно знати наступне:

- Максимальна дистанція (відстань та/або висота) ефективного глушіння певних типів БПЛА.
- Час роботи засобів протидії БПЛА на вбудованому акумуляторі з різними навантаженнями (з різною кількістю увімкнених каналів глушіння).
- Час роботи засобів протидії БПЛА з підключеним додатковим зовнішнім акумулятором з різними навантаженнями (з різною кількістю увімкнених каналів глушіння).
- Час роботи засобів протидії БПЛА до появи відчутного нагріву обладнання.
- Вплив випромінювання анти-дронові рушниці або "куполу" РЕБ на електронні пристрої на різних відстанях та напрямках відносно обладнання протидії БПЛА.

Для перевірки обладнання необхідно відповідним чином розташувати учасників тестування (БПЛА, оператор БПЛА (пульт керування), оператор засобів виявлення БПЛА, оператор засобів протидії БПЛА, спостерігач(і)).

3.6.1. Перевірка засобів виявлення БПЛА

Варіант 1.



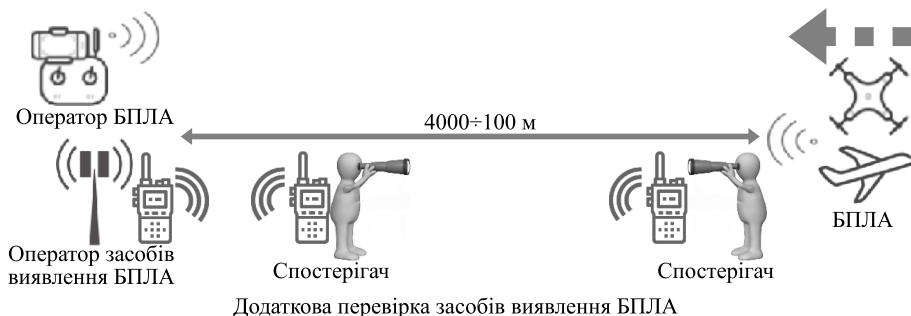
- 1) Оператор засобів виявлення БПЛА розташовується на відстані 3000÷5000 метрів від оператора БПЛА та спілкується із ним через радіозв'язок.
- 2) Оператор БПЛА запускає БПЛА на висоті 100 метрів та відправляє його у бік розташування оператора засобів виявлення. Між БПЛА та оператором БПЛА не повинно бути перешкод у вигляді пагорбів та/або рослинності. БПЛА повинен знаходитися у прямій видимості оператора БПЛА.
- 3) Оператор засобів виявлення БПЛА вмикає свій прилад та сканує частотний діапазон (частотні діапазони) на якому (яких) працює БПЛА та занотує наявність чи відсутність сигналів. Підбираються оптимальні напрямки та поляризації антени.
- 4) Оператор БПЛА періодично повідомляє по радіозв'язку відстань від БПЛА до себе.
- 5) У ході наближення БПЛА, на приладі виявлення БПЛА повинен з'явитися та поступово збільшуватися сигнал від БПЛА.
- 6) Після підтвердження оператором засобів виявлення БПЛА про отримання стійкого сигналу та можливості ідентифікації БПЛА, оператор БПЛА повертає БПЛА на точку злету.

Повторити процедуру для різних значень висоти БПЛА.

Така перевірка виконується із усіма доступними БПЛА – як квадрокоптерного типу, так і літакового типу. Максимальна дистанція (відстань та/або висота) виявлення та ідентифікації певних типів БПЛА занотуються для випробуваного засобу виявлення БПЛА.

Таким же чином виконується перевірка дальності виявлення різних типів та моделей БПЛА акустичними, оптичними та тепловізійними засобами спостереження.

Варіант 2.



- 1) Оператор засобів виявлення БПЛА розташовується разом із оператором БПЛА.
- 2) Оператор БПЛА встановлює висоту повернення БПЛА додому 100 метрів та встановлює режим повернення додому при втраті сигналу керування, запускає БПЛА на висоті 100 метрів та відправляє його на відстань 4000 метрів від себе. Між БПЛА та оператором БПЛА не повинно бути перешкод у вигляді пагорбів та/або рослинності. БПЛА повинен знаходитися у прямій видимості оператора БПЛА.
- 3) Оператор БПЛА вимикає свій пульт керування, при цьому БПЛА починає рухатися на точку злету.
- 4) Оператор засобів виявлення БПЛА вмикає свій прилад та сканує частотний діапазон (частотні діапазони) на якому (яких) працює БПЛА та занотує наявність чи відсутність сигналів. Підбираються оптимальні напрямки та поляризації антени.
- 5) Спостерігач(и) періодично передають по радіозв'язку положення БПЛА (відстань до оператора засобів виявлення БПЛА) згідно із завчасно вивченими орієнтирами.
- 6) У ході наближення БПЛА, на приладі виявлення БПЛА повинен з'явитися та поступово збільшуватися сигнал від БПЛА.
- 7) Після повернення БПЛА на місце злету, оператор БПЛА вмикає свій пульт керування та безпечно саджає БПЛА.

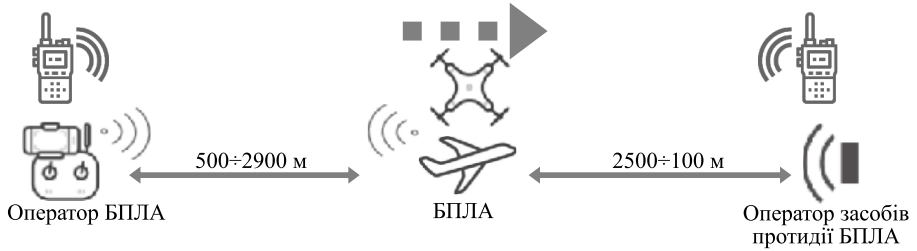
Повторити процедуру для різних значень висоти повернення БПЛА додому.

Така перевірка виконується із усіма доступними БПЛА – як квадрокоптерного типу, так і літакового типу. Максимальна дистанція (відстань та/або висота) виявлення та ідентифікації певних типів БПЛА занотуються для випробуваного засобу виявлення БПЛА.

Таким же чином виконується перевірка дальності виявлення та ідентифікації різних типів та моделей БПЛА акустичними, оптичними та тепловізійними засобами спостереження.

3.6.2. Перевірка засобів протидії БПЛА

Варіант 1.



Стандартна перевірка засобів протидії БПЛА

- 1) Оператор засобів протидії БПЛА розташовується на відстані 3000 метрів від оператора БПЛА та спілкується із ним через радіозв'язок.
- 2) Оператор БПЛА запускає БПЛА на висоті 100÷200 метрів та відправляє його на відстань 500 метрів від себе. Між БПЛА та оператором БПЛА не повинно бути перешкод у вигляді пагорбів та/або рослинності. БПЛА повинен знаходитися у прямій видимості оператора БПЛА.
- 3) Оператор засобів протидії БПЛА вмикає глушіння сигналів супутникової навігації та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 4) Оператор БПЛА доповідає – чи зникли супутники у БПЛА.
- 5) Оператор засобів протидії БПЛА вимикає глушіння сигналів супутникової навігації та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 6) Оператор засобів протидії БПЛА вмикає глушіння сигналів керування БПЛА та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 7) Оператор БПЛА доповідає – чи зникло керування БПЛА.
- 8) Оператор засобів протидії БПЛА вимикає глушіння сигналів керування БПЛА та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 9) Пункти 2÷8 повторюються зі збільшенням відстані між БПЛА та оператором БПЛА, наприклад, 1000, 1500, 2000, 2500, 2900 метрів.

Така перевірка виконується із усіма доступними БПЛА – як квадрокоптерного типу, так і літакового типу. Максимальна дистанція (відстань та/або висота) ефективного глушіння певних типів БПЛА (окремо для сигналів навігації та для сигналів керування) занотовуються для випробуваного засобу протидії БПЛА.

Варіант 2.



- 1) Оператор засобів протидії БПЛА розташовується перед оператором БПЛА на відстані 50±100 метрів та спілкується із ним через радіозв'язок.
- 2) Оператор БПЛА запускає БПЛА на висоті 100±200 метрів та відправляє його на відстань 500 метрів від оператора засобів протидії БПЛА. Між БПЛА та оператором БПЛА не повинно бути перешкод у вигляді пагорбів та/або рослинності. БПЛА повинен знаходитися у прямій видимості оператора БПЛА.
- 3) Оператор засобів протидії БПЛА вмикає глушіння сигналів супутникової навігації та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 4) Оператор БПЛА доповідає – чи зникли супутники у БПЛА.
- 5) Оператор засобів протидії БПЛА вимикає глушіння сигналів супутникової навігації та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 6) Оператор засобів протидії БПЛА вмикає глушіння сигналів керування БПЛА та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 7) Оператор БПЛА доповідає – чи зникло керування БПЛА.
- 8) Оператор засобів протидії БПЛА вимикає глушіння сигналів керування БПЛА та повідомляє про це оператора БПЛА.
- 9) Пункти 2÷8 повторюються зі збільшенням відстані між БПЛА та оператором засобів протидії БПЛА, наприклад, 1000, 1500, 2000 метрів.

Така перевірка виконується із усіма доступними БПЛА – як квадрокоптерного типу, так і літакового типу. Максимальна дистанція (відстань та/або висота) ефективного глушіння певних типів БПЛА (окремо для сигналів навігації та для сигналів керування) занотовуються для випробуваного засобу протидії БПЛА.

4. Заходи безпеки

Розрахунок анти-БПЛА вимушений працювати у безпосередній близькості до лінії зіткнення, тому завжди потрібно дотримуватись пріоритетів, а саме:

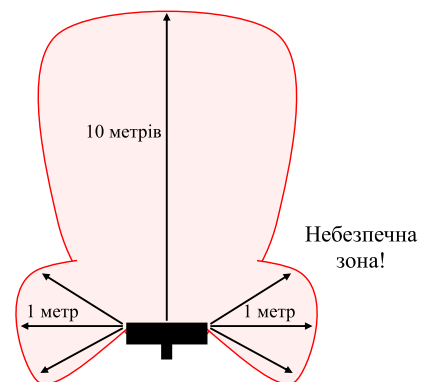
Пріоритет №1: Убезпечення бійців – використання усіх наявних засобів особистого захисту, приховане пересування, облаштування декількох місць роботи (позицій), маскування, надійне прикриття одне одного, опрацювання шляхів підходу/відходу тощо.

Пріоритет №2: Виконання завдання – грамотне планування та чітке слідування командам та операційним процедурам.

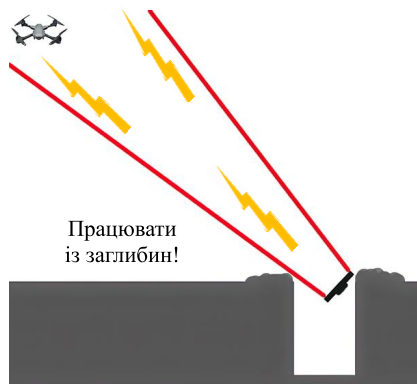
Пріоритет №3: Збереження техніки – обережне та безпечне поводження з технічними засобами.

 Зважаючи на специфіку роботи, слід постійно пам'ятати про небезпеки, які підстерігають такий особливий підрозділ. Засоби протидії БПЛА випромінюють дуже потужний сигнал, який може бути помічений за багато кілометрів, тому при використанні засобів протидії БПЛА необхідно дотримуватись наступних правил:

- Не спрямовувати увімкнений пристрій протидії БПЛА антеною на людей, тварин та електронне обладнання з відстані менше 5 метрів – можливе нанесення шкоди здоров'ю та пошкодження техніки. Для потужного купольного РЕБ, небезпечна відстань може бути 10 та більше метрів.
- Не класти увімкнений пристрій протидії БПЛА типу "пательня" передньою частиною на поверхню та не притуляти до поверхні – можливе пошкодження електронних схем.
- Не працювати з пристроєм протидії БПЛА з відкритих ділянок місцевості, з пагорбів та будівель – великий ризик бути запеленованим. Працювати із заглибин (окопів, траншей) або прикриваючись рельєфом місцевості та будівлями.
- Не допускати критично низького рівня заряду батареї пристрою протидії БПЛА (менше 10%).
- Не допускати значного нагріву корпусу та компонентів пристрою протидії БПЛА.
- Не розташовувати та не проносити навіть вимкнені електронні пристрої виявлення та протидії БПЛА поряд із засобами РЕБ, радарами та іншими випромінюючими пристроями – можливе безповоротне пошкодження електронних схем пристроїв виявлення та протидії БПЛА.
- Не вмикати пристрої протидії БПЛА без необхідності – додатковий ризик бути запеленованим. Використовувати пристрої протидії БПЛА тільки за необхідності й лише відповідно до завдання – таким чином ви подовжите життя пристроїв та особового складу розрахунку анти-БПЛА.



Зона небезпечного випромінювання пристрою протидії БПЛА (панельна антена)



Мінімізація помітності роботи пристрою протидії БПЛА

5. Операційні процедури

5.1. Підготовча частина

5.1.1. Отримання завдання

Постановку задачі виконує командир підрозділу, у штаті (підпорядкуванні) якого знаходиться розрахунок анти-БПЛА.

5.1.2. Планування виконання завдання

Командир розрахунку, отримавши БР, проводить планування виконання завдання й доводить його до усіх бійців розрахунку та до командира підрозділу.

На смартфони або планшети завантажується мапа місцевості зони роботи розрахунку, де наносяться розташування позицій розрахунку, напрямки роботи, потенційні цілі та розташування ворога й дружніх підрозділів.

5.1.3. Підготовка та перевірка технічних засобів

Маючи інформацію щодо завдання, розрахунок готує та перевіряє технічні засоби, які будуть використовуватись для виконання завдання.

Зважаючи на те, що більшість технічних засобів розрахунку анти-БПЛА енергозалежні, у першу чергу перевіряється стан елементів живлення усіх компонентів, включаючи особисті смартфони та планшети.

У разі неможливості використання певних технічних засобів через пошкодження, вони передаються в ремонт, про що доповідається командир розрахунку.

Перевіряється цілісність технічних засобів, а також стан транспортних контейнерів, валіз, наплічників тощо.

5.1.4. Вибір та облаштування позицій

Перед висуванням на позицію необхідно провести ретельну розвідку місцевості, щоб вибрати місце, яке забезпечить максимальне охоплення простору у зоні відповідальності. Розрахунок повинен враховувати місцевість, наявність укриттів, висоту та видимість позиції, доступність позиції для під'їзду та виїзду техніки. Необхідно забезпечити безпеку під час переміщення до позиції, щоб уникнути виявлення противником.

При виборі позицій необхідно враховувати багато факторів, серед яких – можливість наявних технічних засобів виявлення та протидії БПЛА. Це, в основному, реальна, а не гіпотетична, дистанція виявлення БПЛА та дистанція ефективного придушення БПЛА.

Умови та обставини вибору позицій можуть відрізнятися через особливості напрямку або інших ввідних. Відповідно, обираючи позицію, треба врахувати:

1. Сектори огляду та роботи.
2. Якими засобами ви будете працювати.
3. Що та на яких висотах/відстанях/напрямах ви можете виявити та влаштувати протидію з урахуванням місцевості, рельєфу, забудови, рослинності тощо.
4. Звідки можуть бути обстріли.
5. Де знаходяться надійні укриття, де у разі чого можна сховатися.
6. Де ховати/залишати техніку та транспортні засоби.
7. Шляхи та послідовність термінового відходу у разі непередбаченого погіршення бойової ситуації.

Облаштування позицій повинно відбуватися ще до початку будь-якої активної діяльності розрахунку в даній зоні. Облаштування позицій передбачає використання або створення тимчасових укриттів та їх маскування. Особливо слід мати на увазі те, що обладнання протидії БПЛА може відчутно нагріватися та може бути помітним у тепловізор з великої відстані як із землі, так і з повітря, тому необхідно вжити заходів для теплового екранування такого обладнання. Аналогічно потрібно подбати про подібне маскування автотранспорту, двигун та колеса якого будуть теплими ще довгий час після зупинки, навіть у зимку.

При роботі в населених пунктах із багатоповерховою забудовою, краще використовувати панівні висоти, якщо потрібна достатня дальність роботи. Але слід пам'ятати, що панівні висоти – легка й пристріляна ціль для противника, відповідно треба більш ретельно готувати укриття та шляхи відходу.

Якщо необхідно працювати із будівель, потрібно постійно змінювати своє розташування – це зменшить ризик бути запеленгованим по радіовипромінюванню, але треба бути уважним при пересуваннях, щоб вас не було помітно візуально, до того ж є небезпека потрапити під численні уламки від попадання снарядів по будівлях.

Працюючи в парі, оператор виявлення БПЛА та оператор протидії БПЛА, розташовуються на відстані не менше десяти метрів по фронту один від одного. Це обумовлено двома факторами: забезпечення виживання підрозділу при обстрілі та неможливість роботи чутливого дрон-детектора поряд із потужним випромінюванням засобів протидії БПЛА.

5.1.5. Маскування

При облаштуванні позиції, розрахунок повинен враховувати вимоги маскування, щоб максимально знизити можливість виявлення противником. Важливо забезпечити захист від спостереження з повітря, наприклад, використовуючи натуральні укриття, лісосмуги, будинки чи навіси, які у свою чергу не повинні перекривати сектори роботи засобів протидії БПЛА. Також необхідно забезпечити ретельне маскування техніки та обладнання, використовуючи маскувальні засоби, наприклад, маскітки, листя, сніг, гілки тощо.

Маскування має бути підготовлене та застосоване відповідно до місцевих умов. Розрахунок повинен перевірити маскування позиції з різних напрямків та з висоти, щоб переконатися в ефективності маскування. Крім того, маскування має бути постійно підтримуватися та оновлюватися відповідно до зміни навколишнього середовища.



Важливо! Ніколи відкрито не демонструйте анти-дронову рушницю, якого б кольору чи форми вона не була! Завжди майте при собі маскувальну накидку-сітку та накривайте себе та анти-дронову рушницю! При використанні FPV дронів та "бомберів", ворог може застосовувати тактику віддаленого спостереження за дроном-приманкою. Відповідно, якщо ви глушите дрон-приманку, інший дрон-спостерігач може вас "змалювати" та передати ваші координати для ураження наявними засобами. Тому, завжди вражайте, що ворог вас бачить та завжди маскуйтесь – як від візуального спостереження, так й від спостереження за допомогою тепловізійних камер на тих же "Орланах".

5.1.6. Організація комунікації

Для налагодження комунікації із сусідніми підрозділами, командир розрахунку або вільні бійці групи забезпечення встановлюють зв'язок з іншими підрозділами, які розташовані у зоні роботи засобів виявлення та протидії БПЛА, та підключаються до їхніх радіомереж – отримують радіостанції або прописують їхні канали зв'язку у своїй радіостанції, а також обмінюються радіопозивними. Головне тут – це своєчасне взаємоінформування.

Взаємодія усередині розрахунку відбувається за допомогою усіх засобів, які можливо використовувати у поточних умовах – голосові комунікації, жестові або світлові знаки, радіозв'язок, мобільний зв'язок тощо.



У радіоефірі ніколи не повинно звучати нічого схожого на "Пташка у небі", "Крило на 12", "Наш коптер", "Працюю" тощо. Який би зв'язок не використовувався, у звичку має увійти використання таблиці кодування. Таблиця має постійно оновлюватися. Це відповідальність командира розрахунку.



Будь-яке повідомлення має передаватися з урахуванням того, що його може почути супротивник, мета якого – знайти та вбити. Не варто спрощувати йому завдання. Завжди пам'ятай – супротивник підслуховує.

5.2. Виконання завдання

Після висування на задану точку, розрахунок відразу приступає до виявлення БПЛА, паралельно облаштовуючи позиції та встановлюючи обладнання. У будь-який момент розрахунок має бути готовим до виконання завдання з протидії БПЛА. На цьому етапі необхідно забезпечити постійний моніторинг повітряного простору у зоні відповідальності усіма бійцями розрахунку, використовуючи усі доступні засоби: дрон-детектори, акустичні, оптичні, нічні та тепловізійні засоби спостереження.

5.2.1. Виявлення БПЛА

У залежності від конфігурації обладнання та від поставленої задачі, оператор засобів виявлення БПЛА може або проводити періодичний моніторинг частот БПЛА, виходячи для цього з укриття, або постійно працювати із виявлення та/або супроводження БПЛА.



Важливо! Моніторинг простору з ціллю виявлення БПЛА необхідно здійснювати не тільки у напрямку ворога, але й на усі сторони, включаючи свій тил та верхню півкулю. Це обумовлено тактикою ворога атакувати з різних напрямків. Сучасна тактика використання баражуючих боєприпасів на кшталт "Ланцет" передбачає також атаку вертикально згори для зменшення помітності підльоту БПЛА.

Для виявлення БПЛА працюють усі бійці розрахунку, використовуючи свої органи чуття та наявні технічні засоби (радіочастотні, акустичні, оптичні, тепловізійні прилади тощо).

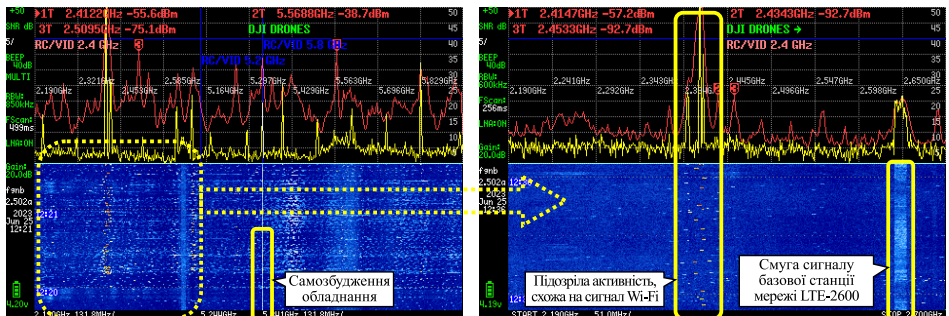
Оператор засобів виявлення БПЛА координує виявлення повітряних цілей, ідентифікує та супроводжує їх, комунікує із сусідніми підрозділами та при необхідності дає орієнтування оператору протидії БПЛА.

Зважаючи на те, що більшість БПЛА використовують радіозв'язок зі своїм оператором, виявити БПЛА легше саме за його радіовипромінюванням, ніж візуально або за звуком, тому не чекайте на характерне дзижчання, а відразу беріться до моніторингу дрон-детектором. Зважаючи на обмежену кількість Мавіків й поступове насичення наших підрозділів засобами РЕБ, противник здійснює спостереження за нашими позиціями з відстані приблизно один-два кілометри, використовуючи потужну оптику квадрокоптерів. Відповідно, ви ніяк не побачите та не почуєте ворожі БПЛА, але завдяки дрон-детектору, ви будете чітко знати про присутність БПЛА у певному напрямку.

Для виявлення БПЛА за допомогою дрон-детектора, слід спочатку увімкнути пресет "РЕБ", оскільки він містить окрім усіх діапазонів БПЛА, ще й діапазони навігації. Вивчіть обстановку в усіх частотних діапазонах, в усіх напрямках та висотах, а також з вертикальною та горизонтальною поляризацією.

Через кілька секунд роботи дрон-детектора, на спектрограмі можна буде побачити постійні (стаціонарні) перешкоди – це можуть бути засоби РЕБ, базові станції мобільних операторів, точки доступу Wi-Fi, постійно працюючі ретранслятори, частоти самозбудження обладнання тощо. Ці перешкоди та частоти занотуються оператором засобів виявлення БПЛА, щоб у подальшій роботі їх ігнорувати.

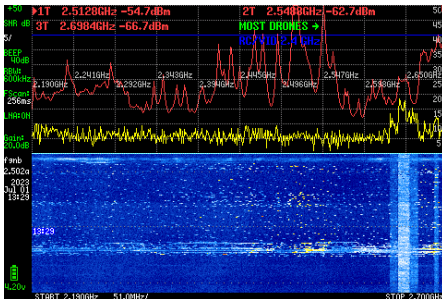
Для зменшення впливу перешкод, які можуть відволікти оператора засобів виявлення БПЛА, необхідно у зоні роботи розрахунку анти-БПЛА мінімізувати використання рухливих приладів з Wi-Fi та Bluetooth на кшталт смартфонів з роздачею мобільного Інтернету через Wi-Fi, тепловізорів з Wi-Fi, фітнес-браслетів з Bluetooth, метеостанцій тощо. При цьому стаціонарні точки доступу Wi-Fi не відволікатимуть увагу оператора, тому що їх сигнал постійний за потужністю та напрямком. Такі точки доступу, дрон-детектор може "бачити" за кількасот метрів, навіть якщо вони розташовані усередині будівель.



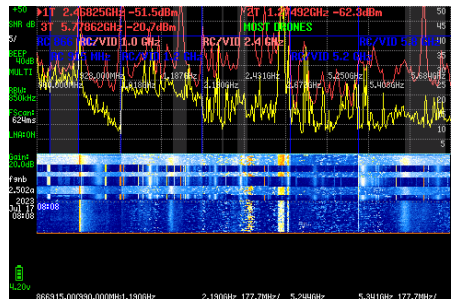
Приклад стаціонарних перешкод – мережа LTE-2600 та самозбудження обладнання

 Необхідно тримати подальше від дрон-детектора електронні пристрої на кшталт ноутбуків, мобільних телефонів та смартфонів – вони створюють великі перешкоди у широкому спектрі частот, навіть із вимкненими радіомодулями GSM, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth.

 Необхідно обмежити користування радіостанціями поряд із дрон-детектором. Потужне випромінювання передавача радіостанції "засліплює" приймач дрон-детектора. Під час увімкнення передачі на радіостанції, дрон-детектор не зможе приймати слабкі сигнали й буде показувати відсутність сигналу. Якщо оператор засобів виявлення БПЛА особисто користується радіостанцією, на період ведення передачі, необхідно відносити дрон-детектор на витягнуту руку, спрямувавши антеною у протилежний бік від радіостанції.



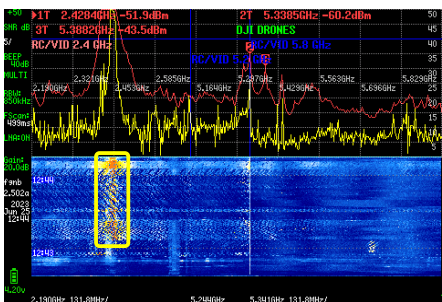
Перешкоди від смартфона



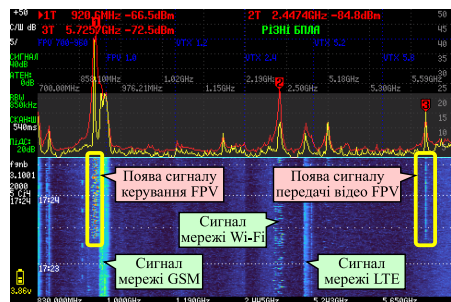
Перешкоди від радіостанції

Поява на частотах моніторингу різкого й характерного збільшення рівня сигналу (сплеск) та характерних білих/жовтих/червоних смуг на спектрограмі, що підпадає під відомий шаблон, означає появу БПЛА або увімкнення РЕБ у зоні роботи розрахунку.

У такому випадку, оператор засобів виявлення БПЛА робить доповідь (донесення) згідно встановленого порядку.



Поява сигналу від БПЛА у діапазоні 2,4 ГГц



Поява сигналів від БПЛА (FPV дрон) на частоті 915 МГц (сигнал керування) та на частоті 5,725 ГГц (передача відео)

 **Важливо!** При виявленні підозрілого сигналу, оператор засобів виявлення БПЛА може розгорнути на увесь екран окремий діапазон частот, де з'явився сигнал, для більш детального його вивчення. Але не можна захоплюватися спостереженням сигналу на одному частотному діапазоні, потрібно періодично вмикати пресет "РІЗНІ БПЛА" для контролю по усім діапазонам, в усіх напрямках та висотах, а також з вертикальною та горизонтальною поляризацією. Наприклад, якщо в діапазоні 2,4 ГГц був помічений сигнал від квадрокоптера DJI, цей квадрокоптер може з великої відстані вести спостереження за роботою FPV дрону-камікадзе, який працює на частоті 400-1100 МГц та може раптово прилетіти з іншої сторони.



Зважаючи на те, що більшість сучасних БПЛА працюють з радіоканалом у режимі ППРЧ (псевдовипадкове перелаштування робочої частоти), на дисплеї дрон-детектора сплески від БПЛА будуть швидко стрибати по частоті, а на спектрограми будуть відображатися характерні рисочки.



Відображення ППРЧ сигналу від БПЛА

(додатково дивіться відео <https://www.youtube.com/shorts/XpuookXnwW0>)

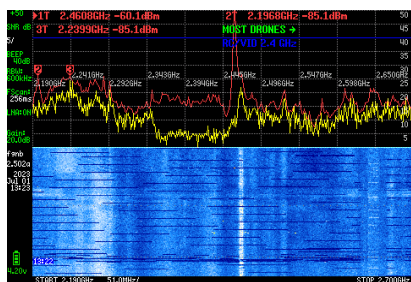
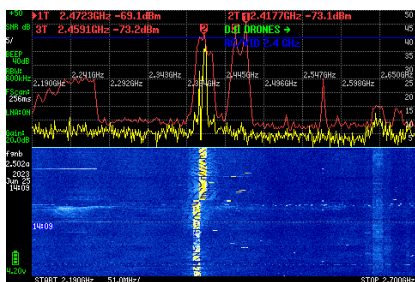
5.2.1.1. Рівень сигналу та відстань до БПЛА.

Відповідність кольорів рівню сигналу для усіх кольорових схем спектрограми:

Відсутність сигналів (шум)	Слабкий рівень	Середній рівень	Високий рівень	Дуже Високий рівень
	TURBO			
	VIRIDIS			
	PLASMA			
	INFERNO			
	MAGMA			
	TINYSA			

Для усіх кольорових схем червоний або жовтий кольори означають високий рівень сигналу.

Щоб зрозуміти який зараз рівень сигналу, та, відповідно, приблизно визначити дистанцію до БПЛА можна орієнтуватись на відображення спектрограми. Якщо рівень сигналу від БПЛА дуже слабкий, та навколо немає інших потужних джерел сигналів, аналізатор спектру автоматично збільшує підсилення, при цьому починають "витягуватися" шуми, що на спектрограмі виглядає як світліший фон, при цьому сигнал від БПЛА буде слабконтрастним (блідим).



Приклад відображення сильного та слабого сигналу від БПЛА (квадрокоптер DJI)
(зліва дистанція 500 метрів, справа дистанція 4000 метрів)



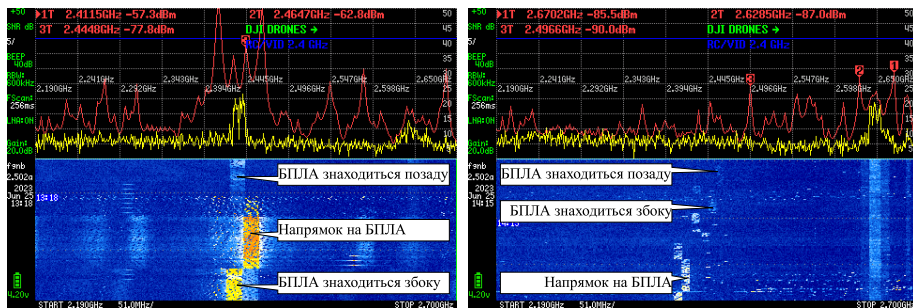
Важливо! Зростання рівня сигналу від БПЛА свідчить про його наближення – зробіть доповідь та прийміть запобіжні заходи!



На граничних відстанях виявлення БПЛА, дуже важливу роль відіграє висота антени та/або дрон-детектора над землею – підйом антени з поверхні землі на висоту людського зросту вже може кардинально покращити прийом слабких сигналів.

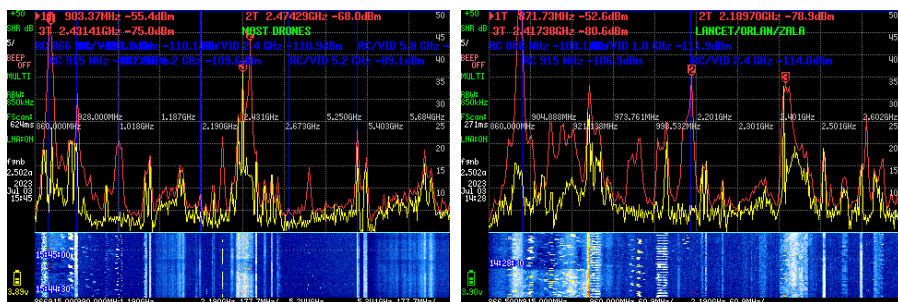
5.2.1.2. Визначення напрямку на БПЛА.

Для швидкого визначення напрямку на БПЛА, необхідно різко повертати дрон-детектор з направленою антеною вліво або вправо на 90 градусів й вгору-вниз та порівнювати інтенсивність (яскравість) сигналу на спектрограмі. Найбільша яскравість вказує на приблизний напрямок (пеленг) на БПЛА. Точність визначення напрямку з антено-трикутником складає приблизно 60 градусів. Для супроводження БПЛА, необхідно періодично повертати дрон-детектор вліво-вправо у межах визначеного сектору та корегувати напрям по максимальній інтенсивності (яскравості) сигналу на спектрограмі.



Пошук напрямку на БПЛА – спостерігаємо зміну інтенсивності сигналу на спектрограмі

У разі знаходження у повітрі кількох БПЛА, на дисплеї буде декілька сплесків з різними амплітудами та шириною смуги частот, у залежності від типів БПЛА, відстаней та напрямків на них.



Приклади обстановки на ділянці з великою активністю у повітрі

5.2.1.3. Додаткові можливості для оператора виявлення БПЛА.



Звертаємо вашу увагу на те, що за допомогою дрон-детектора можливо й потрібно також виявляти роботу РЕБ – як ворожого, так і дружнього. Робота засобів РЕБ проявляється як збільшення потужності радіосигналу у широкій смузі (смугах), на відміну від окремих сплесків як у разі виявлення БПЛА.



Крім того, дрон-детектор на базі аналізатора спектру, може виявляти роботу багатьох типів радіостанцій у відповідних діапазонах частот. Аналогові радіостанції можна прослуховувати підключивши активні навушники або активну акустичну систему до дрон-детектора та увімкнувши відповідну опцію в меню.

Грамотно аналізуючи показання дрон-детектора, можна визначити багато корисної інформації. Наприклад, якщо ворогом була влаштована постійна завада на частоті 1,5 ГГц (супутникова навігація), але раптом ця завада на деякий час зникає – це може означати, що на даній ділянці противником буде використовувати свої БПЛА, яким потрібен GPS/Глонасс. Такими БПЛА можуть бути розвідувальні дрони, дрони коригування артилерії, баражуючі боєприпаси на кшталт "Ланцетів", "Куб-БЛА" тощо.

5.2.2. Протидія БПЛА

Якщо розрахунку поставлена задача протидії ворожим БПЛА, оператор засобів протидії БПЛА працює за вказівками оператора виявлення БПЛА (командира розрахунку).

Усі дії з технічними засобами протидії БПЛА повинні озвучуватись, щоб розрахунок був готовий до ймовірних відповідних дій противника у разі пеленгації випромінювання й намагання знайти та знищити особовий склад та техніку розрахунку.

Для протидії БПЛА, оператор використовує заздалегідь підготовлені технічні засоби, враховуючи усі заходи безпеки.



Рекомендується використовувати засоби протидії БПЛА лише коли встановлений візуальний контакт й оператор може контролювати реакцію БПЛА на глушіння.

Звісно, що у разі необхідності заглушити дрон-корегувальник, який був виявлений за допомогою дрон-детектора та знаходиться на великій відстані, необхідно намагатись його знешкодити для припинення прицільного артилерійського обстрілу з боку ворога.

При виявленні цілі оператором засобів виявлення БПЛА, він фіксує напрямок на об'єкт, уточнює у дружніх підрозділах приналежність БПЛА та у разі невизначеної приналежності, передає дані оператору засобів протидії БПЛА. Командир розрахунку визначає можливість ураження цілі, зважаючи на дистанцію до неї та інші обставини, та дає команду оператору засобів протидії БПЛА, який розпочинає роботу із технічними засобами по отриманому напрямку, узявши кут піднесення анти-дронові рушниці на 20 градусів від обрію на дистанції до цілі понад 500 метрів та 30÷45 градусів на дистанції менше 500 метрів. Враховуючи підказки оператора засобів виявлення БПЛА, оператор протидії БПЛА вмикає ті або інші канали глушіння – які відповідають частотним діапазонам виявленого БПЛА. У разі відсутності точної інформації про частотні діапазони виявленого (виявлених) БПЛА, оператор протидії БПЛА вмикає усі канали глушіння.



Слід зауважити, що у разі прямої видимості БПЛА (у даному випадку мова йде про "весільні дрони" DJI, Autel та подібні), є можливість визначити його приналежність "свій-чужий" виконуючи наступний алгоритм глушіння:

- 1) Увімкнути глушіння частот керування та не вимикати глушіння частот навігації (1.5 ГГц).
- 2) Якщо у вашій місцині не встановлена постійна завада для частот навігації та квадрокоптер не має власної глушилки GPS, то квадрокоптер, при втраті сигналу керування, повинен автоматично повертатися "до дому".
- 3) Необхідно спостерігати у якому напрямку квадрокоптер почне рухатись: якщо у бік ворога – це точно ворожий БПЛА, якщо у наш бік – це (може бути) свій БПЛА.
- 4) У разі руху БПЛА у бік ворога – негайно увімкнути глушіння частот навігації для примусової зупинки та посадки БПЛА.

Під час роботи засобів протидії БПЛА, оператор виявлення БПЛА, у разі неможливості використання дрон-детектора через потужне випромінювання ("засліплювання") приймача дрон-детектора), переключачється на аудіо-візуальне спостереження, та разом з іншими бійцями розрахунку, здійснює контроль БПЛА, який (які) знаходиться під дією засобів протидії БПЛА, а також виявляє можливі інші БПЛА.

У разі відсутності візуального спостереження за БПЛА, який (які) знаходиться під дією засобів протидії БПЛА, після хвилини безперервної роботи анти-дронові рушницею по отриманому напрямку, рушниця вимикається, після чого оператор засобів виявлення БПЛА проводить новий пошук цілі за допомогою дрон-детектора, таким чином коригуючи роботу оператора протидії БПЛА. Це необхідно тому, що, втративши керування, БПЛА може бути відчутно знесений вітром, і таким чином може вийти із зони ураження засобами протидії БПЛА. Такий алгоритм "хвилина роботи анти-дронові рушниці – внесення коректури" застосовується до приземлення БПЛА, або до зникнення сигналу від БПЛА.

У залежності від обраного режиму роботи засобів протидії БПЛА та можливостей самого БПЛА, оператор може змусити дрон:

- 1) Зависнути, або піти на посадку, або летіти за неконтрольованою траєкторією із знесенням вітром (глушіння сигналів керування та навігації).
- 2) Покинути зону протидії (у разі використання підсилювачів сигналу на дроні та пульті й професійній роботі оператора дрону).



Після відпрацювання засобами протидії БПЛА, розрахунку необхідно змінити позицію або переміститися в укриття, щоб запобігти ураження через пеленгування засобів протидії БПЛА.



Під час роботи засобів протидії БПЛА (анти-дронові рушниці, купольного РЕБ тощо), оператор засобів протидії БПЛА повинен регулярно (щохвилини) контролювати параметри електроживлення (залишок ємності батареї) та температуру приладів, не допускаючи критичного розряду батареї та перегріву корпусу та електронних схем. У разі нагальної необхідності (завершення виконання завдання, напад БПЛА тощо), допускається робота засобів протидії БПЛА з критичним розрядом батареї та/або критичним нагрівом обладнання, але при цьому треба зауважити, що така робота може призвести до зменшення ресурсу обладнання або до подальшого виходу його з ладу. Командир розрахунку має розставляти пріоритети між виконанням завдання та збереженням обладнання для майбутніх задач.

5.2.2.1. Робота оператора засобів протидії БПЛА у складі піхотного підрозділу

Працюючи у штаті основного підрозділу, оператор засобів протидії БПЛА облаштовує собі позиції на 100÷200 метрів позаду контрольованої зони та вмикає своє обладнання користуючись вказівками спостерігачів, які знаходяться на передових СП та повідомляють про місцезнаходження БПЛА, його тип, напрямок руху БПЛА та результат роботи засобів протидії БПЛА. Інформація передається у закодованому вигляді, наприклад:

"Перший", я "Другий", прийміть повідомлення, прийом.

Я "Перший", на зв'язку, прийом (дістає таблицю кодувань).

"Перший", я "Другий", п'ять синіх лисичок, як зрозумів, прийом.

Я "Перший", зрозумів тебе, п'ять синіх лисичок, прийом.

(У цьому прикладі "синій" – назва орієнтиру, "лисичка" – тип БПЛА, "п'ять" – напрямок руху або відсутність руху).

Звертаємо увагу на те, що спостерігачі не повинні доповідати про виявлені БПЛА, коли вони знаходяться над ними – для радіорозвідки ворога це означитиме отримання координат СП. Доповідь повинна бути у разі знаходження БПЛА над територією де відсутні дружні підрозділи.

Порядок роботи оператора засобів протидії БПЛА з анти-дронною рушницею.

- 1) Отримавши повідомлення про появу БПЛА (місце, напрям, висота, можливо тип БПЛА), оператор засобів протидії БПЛА займає позицію у напрямку на БПЛА, враховуючи свою захищеність від виявлення та ураження.
- 2) По мапі визначається приблизна відстань до БПЛА та можливість застосування засобів протидії БПЛА на такій відстані.
- 3) Знаходячись в укритті, оператор засобів протидії БПЛА та інші бійці здійснюють візуальне та слухове спостереження.
- 4) У разі прийняття рішення на застосування засобів протидії БПЛА, оператор засобів протидії БПЛА вмикає усі канали глушіння анти-дронові рушниці та разом з іншими бійцями намагається побачити БПЛА по якому працює анти-дронна рушниця.
- 5) У разі візуального виявлення БПЛА, оператор засобів протидії БПЛА починає один за одним вимикати канали глушіння керування, слідкуючи за реакцією БПЛА. При цьому глушіння каналу навігації (діапазон 1.5 ГГц) не вимикається.
- 6) Якщо при вимкненні певного каналу глушіння, БПЛА через кілька секунд починає рух не за вітром, а за командами свого оператора – необхідно відразу ввімкнути цей канал глушіння.
- 7) Оператор засобів протидії БПЛА вимикає інші канали глушіння керування, якщо вони не впливають на БПЛА – для економії заряду акумулятора та для запобігання перегріву анти-дронові рушниці.
- 8) Якщо заряду акумулятора достатньо для тривалого утримання БПЛА під перешкодою, необхідно продовжувати глушити БПЛА доки він не приземлиться виконуючи алгоритм безпечної посадки при відсутності прийому сигналів навігації та керування, або через розряд свого акумулятора.

Якщо оператор засобів протидії БПЛА має дрон-детектор, він самостійно проводить виявлення БПЛА. Під час роботи анти-дронові рушниці, дрон-детектор переміщується в місце, яке не попадає під випромінювання анти-дронові рушниці.

5.3. Відхід з позиції

Після виконання завдання, розрахунок повинен швидко та безпечно залишити позицію. Важливо зберегти маскування та не залишати слідів своєї присутності – для можливості розрахунку у майбутньому використовувати вже підготовлені позиції.

При залишанні позиції, необхідно перевірити (перерахувати) своє обладнання й речі, щоб не залишити нічого цінного.

Після виходу з позиції, необхідно забезпечити безпеку розрахунку та техніки при транспортуванні до бази або до наступного місця роботи. Розрахунок повинен використовувати маскувальні заходи та планувати маршрут, щоб уникнути виявлення противником.



Після використання технічних засобів виявлення та протидії БПЛА, відразу проведіть необхідну технічну перевірку, заряджання та обслуговування пристроїв, щоб гарантувати їхню готовність до наступного використання.

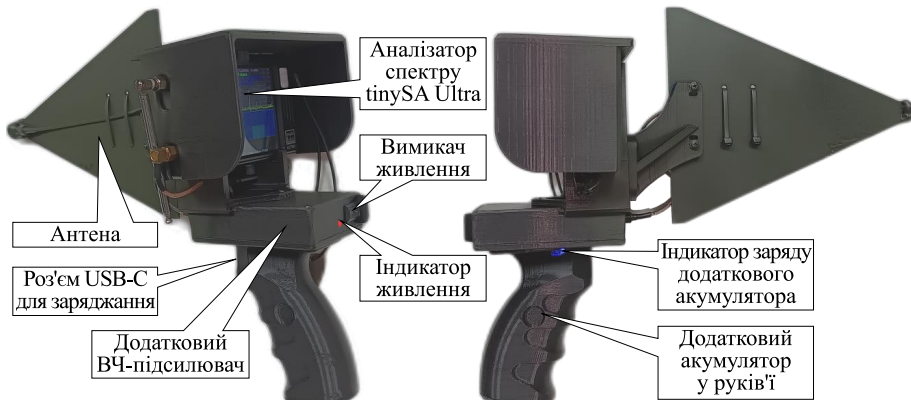
6. Додаток 1. Порядок роботи із дрон-детектором VOLTSCAN Mini на базі аналізатора спектру "tinySA Ultra" з прошивкою версії v3.2.0

6.1. Опис

Дрон-детектор призначений для дальнього та завчасного виявлення БПЛА та інших об'єктів радіовипромінювання.

Дрон-детектор складається з наступних компонентів:

- Стандартна комплектація:
 - Аналізатор спектру "tinySA Ultra з вбудованим акумулятором".
 - Антена направлена "трикутник".
 - Додатковий ВЧ-підсилювач з підсиленням 20 дБ (опційно 30 дБ або 40 дБ).
 - Додатковий акумулятор, вмонтований в руків'я тримача.
 - Кабель коаксіальний від антени до ВЧ-підсилювача (змонтований).
 - Кабель коаксіальний від ВЧ-підсилювача до аналізатора спектру (змонтований).
 - Кабель USB-C для живлення аналізатора спектру (змонтований).
 - Стілус на гумовій мотузці.
 - Пластиковий або металевий тримач.
 - Кейс для зберігання та транспортування.
 - Заглушка для роз'єму калібрування аналізатора спектру.
 - Кабель коаксіальний для калібрування аналізатора спектру.
 - Кабель USB-C для заряджання дрон-детектора та для програмування аналізатора спектру (для досвідчених фахівців).
 - Антена телескопічна. Може використовуватись для кругового моніторингу.
- Додатково можуть постачатися:
 - Зовнішній блок світло-звукової сигналізації.
 - Кабель аудіо з роз'ємами TRS 3,5 мм для підключення активних навушників.
 - Антена ненаправлена всюдіапазонна штирова з магнітною основою та кабелем.
 - Антена гостронаправлена "хвильовий канал" ("yagi") з кабелем.



Дрон-детектор у зборі

(реальний зовнішній вигляд може відрізнятись від показаного на рисунках)

Дрон-детектор являє собою пасивний приймач, який не має жодних випромінювань та, відповідно, не може бути виявлений та запеленгований засобами РЕР.

Аналізатор спектру "tinySA Ultra" – це прилад для відображення радіо сигналів в межах частотного діапазону 100 кГц ÷ 6000 МГц. Відповідно, такий пристрій може відображати радіо сигнали від усіх відомих БПЛА, засобів РЕБ, радіостанцій, Wi-Fi пристроїв тощо.

Максимальна дальність виявлення БПЛА даним дрон-детектором залежить від багатьох умов (висота польоту БПЛА, потужність передавачів БПЛА, висота антени або дрон-детектора над землею, тип антени, наявність додаткового ВЧ-підсилювача, присутність перешкод у вигляді рельєфу місцевості, забудов, лісових насаджень тощо) та складає:

- БПЛА квадрокоптерного типу, які знаходяться на висоті 50÷500 метрів – від 1 км до 5 км (з використанням направленої антени).
- БПЛА літакового типу, які знаходяться на висоті 1000÷5000 метрів – від 10 км до 30 км (з використанням направленої антени).



Дана модель дрон-детектора поки що не має можливості автоматичної ідентифікації БПЛА, увесь аналіз інформації здійснюється оператором, який визначає характерні радіочастотні випромінювання за завчасно вивченими шаблонами спектрів випромінювання сигналів для різних моделей БПЛА. Оператор засобів виявлення БПЛА повинен пройти відповідне навчання з користування таким приладом та визначення моделей БПЛА за їхніми шаблонами спектрів випромінювання сигналів.

6.2. Правила користування

При роботі з дрон-детектором необхідно дотримуватись наступних правил:

1. Не розмішуйте антену поблизу передавальних антен та ніколи не торкайтеся антеною (будь якою) металевих предметів щоб уникнути пошкодження електронних компонентів статичною електрикою!
2. Не залишайте пристрій під прямим впливом сонячних променів або іншого теплового випромінювання через можливість пошкодження пластикових деталей.
3. Не піддавайте пристрій впливу дощу або вологи. Захищайте (накривайте) пристрій у разі використання під час дощу або снігопаду.
4. Уникайте попадання пилу та кіптяви на поверхні пристрою. У разі забруднення поверхонь, очистіть прилад сухою та м'якою ганчіркою або серветкою.
5. Перед використанням та під час роботи, періодично контролюйте заряд акумуляторів – вбудованого в аналізатор спектру та додаткового в тримачі. На повністю зарядженому вбудованому акумуляторі, при плюсовій температурі, аналізатор спектру може працювати від 2 до 6 годин – у залежності від обраної яскравості дисплея. У складі дрон-детектора, де присутній додатковий акумулятор, сумарний час роботи збільшується й складає відповідно від 6 до 20 годин.
6. Періодично перевіряйте затяжку роз'ємів коаксимальних кабелів. При закручуванні роз'ємів не застосовуйте надмірних зусиль.
7. Періодично звертайте увагу на напис "+50 C/Ш dB" або "+100 C/Ш dB" у верхньому лівому куті дисплея – якщо він червоного або рожевого кольору, необхідно виконати калібрування аналізатора спектру для покращення якості роботи пристрою. Для калібрування з'єднайте коротким коаксимальним кабелем, що є в комплекті, роз'єми аналізатора спектру "CAL" та "RF", після чого перейдіть в меню Налаштування > Ще > Калібрувати > Калібрувати радіо. Дочекайтесь успішного закінчення процедури. Після калібрування згаданий напис буде білого кольору при увімкненому автоматичному масштабі відображення або зеленого кольору при ручному масштабі.
8. Направлена антена у більшості випадків повинна бути орієнтована вертикально (вертикальна поляризація), але періодично потрібно здійснювати моніторинг з горизонтально орієнтованою антеною (горизонтальна поляризація).



Сигнали з горизонтальною поляризацією мають БПЛА "Supercam", а також FPV квадрокоптери з горизонтальною антеною, якщо в них увімкнена передача телеметрії.



Вертикальна поляризація антени



Горизонтальна поляризація антени

9. Виконуючи пошук напрямку на джерело сигналу, слід мати на увазі, що точність визначення напрямку з трикутною логоперіодичною або прямокутною рупорною антеною складає приблизно 60 градусів, з антеною типу "хвильовий канал" – приблизно 10÷20 градусів.
10. Для роботи із закритих позицій, до дрон-детектора можна підключити виносну штирову антену (наприклад автомобільну).
11. Ненаправлена штирова антена повинна бути спрямована вертикально вгору.
12. Дальність виявлення БПЛА збільшується при підйомі антени та/або дрон-детектора вище над землею (якщо це можна реалізувати).

6.3. Налаштування

Перед користуванням дрон-детектором, необхідно попередньо правильно налаштувати аналізатор спектру відповідно до рекомендованих основних налаштувань, які приведені у таблиці. Зважаючи на ваші досвід та уподобання, ви можете здійснювати інші налаштування на ваш розсуд та під вашу відповідальність.

Налаштування	Значення	Розташування в меню	Примітка
Яскравість	100%	Головне меню>Екран	Встановити максимальну яскравість дисплея 100% (також дивись розділ 6.14.)
Автоматичне затемнення	Вимкнено	Головне меню>Екран	Вимкнути автоматичне зменшення яскравості дисплея (також дивись розділ 6.14.)
Маркери частоти	3	Налаштування	Встановити кількість маркерів максимумів сигналу
Спектрограма	Розмір: Велика Палітра: Infemo	Налаштування	Увімкнути спектрограму, вибрати розмір "велика" та обрати палітру: "Turbo" – для відображення усіх сигналів <або> "Infemo" – для підкреслення потужних сигналів
Звуковий сигнал	☒	Налаштування	Увімкнути звуковий сигнал (також дивись розділ 6.14.) Обрати необхідний рівень гучності. Обрати комфортну частоту біпера (за замовчуванням 1760 Гц)
Гратка частоти	☒	Налаштування	Увімкнути відображення сітки та значення частоти
Назви діапазонів	☒	Налаштування	Увімкнути назви діапазонів
Рівень тривоги	40.0 dB	Налаштування	Встановити пороговий рівень тривоги – горизонтальна синя лінія (також дивись розділ 6.14.)
Масштаб графіків	Авто	Налаштування	Встановити автоматичний масштаб відображення
Вбудований МШП	☒ / ☐	Налаштування>Ще	Увімкнути вбудований ВЧ-підсилювач – для комплектації із додатковим ВЧ-підсилювачем 20 дБ (також дивись розділ 6.5.) <або> Вимкнути вбудований ВЧ-підсилювач – для комплектації із додатковим ВЧ-підсилювачем 40 дБ
Коеф. зовнішнього МШП	20.0 dB	Налаштування>Ще	Вказати підсилення зовнішнього ВЧ-підсилювача (залежить від моделі)
Калібрувати радіо	☒	Налаштування>Ще>Калібрувати	Запустити калібрування радіотракту
Калібрувати екран	☒	Налаштування>Ще>Калібрувати	Виконати калібрування сенсорного екрану
Час	гг-хх-сс	Налаштування>Ще>Встановити дату та час	Встановити правильний час (години-хвилини-секунди)
Дата	рр-мм-дд	Налаштування>Ще>Встановити дату та час	Встановити правильну дату (рік-місяць-день)
Час згасання максимуму	10 сек	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування	Швидкість спадання піків (червона лінія)
Час реакції рівня шуму	5 сек	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування	Швидкість адаптації до оточуючого середовища
Час реакції масштабу	10 сек	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування	Швидкість перелаштування масштабу відображення
Відображати поріг шуму	☐	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування	Вимкнути відображення значень мінімумів рівнів
Відображення діапазонів	Рівномірно	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування>Відображення діапазонів	Відображення однакового розміру діапазонів
Розгортання	☒	Налаштування>Ще>Внутрішні налаштування>Відображення діапазонів	Увімкнути функцію масштабування

6.4. Технічні характеристики

Модель	DD-TU1 – базова модель DD-TU1S – з вбудованим біпером DD-TU1M – з металевими деталями тримача DD-TU1SM – з вбудованим біпером та металевими деталями тримача
Максимальна дальність виявлення БПЛА квадрокоптерного типу, які знаходяться на висоті 50÷500 метрів	Від 1 до 5 кілометрів (з використанням направленої антени)
Максимальна дальність виявлення БПЛА літакового типу, які знаходяться на висоті 1000÷5000 метрів	Від 10 до 30 кілометрів (з використанням направленої антени)
Точність визначення напрямку на БПЛА	• Ненаправлена штитова антена: неможливо визначити напрямок • Направлена логоперіодична антена: приблизно 60 градусів • Гостронаправлена антена "хвильовий канал": приблизно 10÷20 градусів
Частотний діапазон аналізатора спектру	100 кГц ÷ 6000 МГц
Частотний діапазон генератора	100 кГц ÷ 800 МГц (синус), 100 кГц ÷ 4400 МГц (меандр)
ВЧ-підсилювач в аналізаторі спектру	Частотний діапазон: 100 кГц ÷ 4000 МГц Підсилення: знижується від 20 дБ на 100 кГц до 6 дБ на 4000 МГц
Додатковий ВЧ-підсилювач	Частотний діапазон: 10 МГц ÷ 6000 МГц Підсилення: може бути 20 або 30 або 40 дБ (також дивись розділ 6.3.) Максимальний рівень вхідного сигналу: 33 дБм @ 1 ГГц (2 Вт)
Діагональ дисплея	10 см / 3,95", 480×320 пікселів
Час роботи від батареї	• 8 годин (на вбудованому в аналізатор спектру акумуляторі) • 16 ÷ 20 годин (з додатковим акумулятором)
Живлення	• Вбудований в аналізатор спектру акумулятор Li-Polymer 3000 мАг • Додатковий акумулятор Li-Ion ≥6000 мАг
Струм споживання (аналізатор + підсилювач)	• 495 мА від USB-C (яскравість дисплея 100%) • 395 мА від USB-C (яскравість дисплея 6%)
Зарядний пристрій	5 В (USB-C)
Світлова індикація	• Живлення від додаткового акумулятора • Заряд додаткового акумулятора • Зарядження аналізатора спектру
Звукова індикація	Вбудований біпер: зумер при появі сильного сигналу, який перевищує заданий пороговий рівень (моделі DD-TU1S, DD-TU1SM)
Роз'єми	• Антена – SMA Female • Калібрування – SMA Female
Аудіо вихід	Аналоговий, лінійний, TRS 3,5 мм (для підключення активних навушників або активної акустичної системи)
Комплектна карта пам'яті	MicroSD 32 ГБ
Матеріал тримача	Пластик PLA або PET / PETG (моделі DD-TU1, DD-TU1S) Пластик + метал (моделі DD-TU1M, DD-TU1SM)
Робоча температура	-10°C ÷ +40°C
Робоча вологість	≤85%
Колір корпусу	Чорний / камуфляж
Габаритні розміри	320×140×260 мм
Вага	640 ÷ 800 г – пластиковий тримач (залежить від матеріалу) 975 г – пластиковий тримач з металевими деталями

6.5. Зауваження щодо діапазону 5,8 ГГц

Аналізатор спектру "tinySA Ultra" має низьку чутливість у діапазоні 5,8 ГГц. Пошук сигналів у цьому діапазоні можливий лише при наявності якісного зовнішнього ВЧ-підсилювача, що, у свою чергу, все одно не гарантує дальнього виявлення БПЛА.

Під час сканування діапазону 5,8 ГГц рекомендуємо тимчасово вимкнути вбудований ВЧ-підсилювач – пункт меню "Налаштування>Ще>Вбудований МШП", це позбавить від додаткових перешкод, які вносить вбудований ВЧ-підсилювач у цьому діапазоні.

6.6. Органи керування аналізатора спектру "tinySA Ultra"



Органи керування аналізатора спектру tinySA Ultra

Зверніть увагу, що сенсорний екран реагує саме на натискання, а не на доторки. Відповідно, потрібно натискати на екран стилусом, нігтем, пальцем або іншим негострим предметом.

6.7. Увімкнення, контроль живлення та заряджання

Дрон-детектор має подвійне живлення – вбудований акумулятор аналізатора спектру та додатковий акумулятор у руків'ї тримача. Додатковий акумулятор використовується для живлення додаткового ВЧ-підсилювача та для подовження часу роботи аналізатора спектру.

6.7.1. Увімкнення

Спочатку увімкніть живлення від додаткового акумулятора клавішним вимикачем – засвітиться червоний індикатор зліва від перемикача. Якщо індикатор не засвітився – ще раз вимкніть та увімкніть перемикач для перезапуску контролера додаткового акумулятора. Після увімкнення живлення від додаткового акумулятора, увімкніть аналізатор спектру вимикачем на його верхній панелі.

Зрідка спостерігається блокування контролера додаткового акумулятора, що проявляється у неможливості увімкнути його клавішним вимикачем, навіть якщо ви впевнені, що додатковий акумулятор заряджений. У такому випадку підключіть зарядний пристрій до гнізда USB-C на передній стороні руків'я для перезапуску контролера додаткового акумулятора.

6.7.2. Контроль живлення



Зауважте, що додатковий акумулятор живить аналізатор спектру, тобто, при увімкненому живленні від додаткового акумулятора, аналізатор спектру постійно підзаряджається та працює не на своєму вбудованому акумуляторі, а саме на додатковому акумуляторі. Відповідно, додатковий акумулятор розрядиться першим, при цьому акумулятор, вбудований в аналізатор спектру, скоріш за все ще буде мати високий рівень заряду.

На правому боці руків'я є отвір для контролю заряду додаткового акумулятора, який складається із чотирьох блакитних індикаторів. Під час роботи, індикатори будуть зменшуватись зліва направо. Кожний індикатор це 25% заряду. Коли додатковий акумулятор увімкнений клавішним вимикачем, блакитні індикатори світяться постійно, а після вимкнення світяться ще приблизно 10÷30 секунд. Періодично перевіряйте індикатор заряду.

Якщо світиться лише один блакитний індикатор, необхідно зарядити додатковий акумулятор дрон-детектора.

Якщо останній блакитний індикатор блимає – це означає, що заряду додаткового акумулятора майже не залишилося.

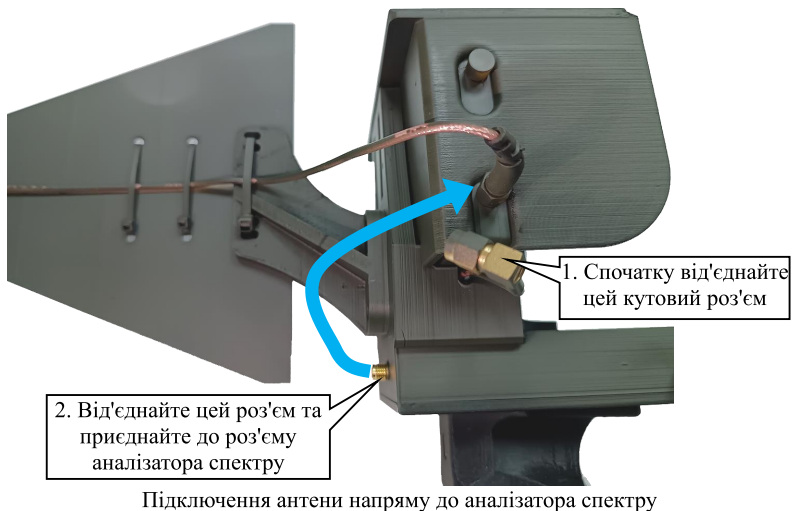
Якщо не світиться жоден блакитний індикатор та червоний індикатор – додатковий акумулятор дрон-детектора розрядився. При цьому перестає працювати додатковий ВЧ-підсилювач, а аналізатор спектру працює на його вбудованому акумуляторі. Це нормальний стан при тривалій роботі дрон-детектора без можливості його зарядки. У такому випадку можна деякий час користуватися аналізатором спектру лише на його вбудованому акумуляторі. Для цього переключіть антенний кабель від входу додаткового підсилювача до нижнього роз'єму аналізатора спектру. Усі функції дрон-детектора будуть працювати, але за відсутності додаткового ВЧ-підсилювача, чутливість та, відповідно, дальність виявлення БПЛА буде трохи меншою в діапазонах 600-900 МГц й 2.4 ГГц та значно меншою в діапазонах 5.2 ГГц й 5.8 ГГц.

Якщо у вашій комплектації використаний додатковий ВЧ-підсилювач на 40 дБ, вбудований підсилювач (МШП) повинен бути вимкнений у налаштуваннях. Відповідно, при прямому підключенні антени до аналізатора спектру, буде необхідно увімкнути вбудований МШП в меню налаштувань аналізатора спектру (дивись розділ 6.3.). Після відновлення заряду додаткового акумулятора та відновлення звичайного підключення кабелів, не забудьте знов вимкнути вбудований МШП в меню налаштувань аналізатора спектру.

Контролюйте заряд вбудованого акумулятора аналізатора спектру по піктограмі у нижньому лівому куті дисплея.



Піктограма заряду акумулятора аналізатора спектру



Максимально акуратно підключайте та відключайте роз'єми до дрон-детектора! Антенні роз'єми не розраховані на прикладання великих зусиль та потребують рівного та плавного накручування.

6.7.3. Зарядження

Для зарядження дрон-детектора, підключіть зарядний пристрій з напругою 5 В до гнізда USB-C на передній стороні руків'я, при цьому блакитні індикатори додаткового акумулятора будуть блимати справа наліво. Після повного заряду, усі чотири індикатори будуть світитися постійно.

Під час зарядження додаткового акумулятора, обов'язково увімкніть живлення дрон-детектора клавішним вимикачем для того, щоб також заряджався вбудований акумулятор аналізатора спектру. Зарядження цього акумулятора супроводжується світінням червоного індикатора на верхній панелі аналізатора спектру. Після повного заряду цей індикатор погасне.

Після закінчення зарядження додаткового акумулятора та вбудованого акумулятора аналізатора спектру, вимкніть живлення дрон-детектора клавішним вимикачем. Також завжди вимикайте цей клавішний вимикач коли дрон-детектор не використовується, оскільки навіть якщо аналізатор спектру вимкнений, заряд додаткового акумулятора витрачається на живлення додаткового ВЧ-підсилювача.

6.8. Вибір режиму роботи

Після увімкнення аналізатора спектру, можна обрати необхідний діапазон частот для пошуку певних типів БПЛА, відповідно до завдання.

Спеціальна прошивка аналізатора спектру має так звані "пресети" – передналаштовані діапазони частот зі зрозумілими назвами для зручності виявлення радіосигналів від різних пристроїв (БПЛА, радіостанцій, мобільних телефонів, Wi-Fi приладів, засобів РЕБ, мереж мобільних операторів GSM/3G/4G тощо). Пресети можуть включати в себе набір з декількох діапазонів частот, або один діапазон частот. Користувач може створити декілька власних пресетів з одним діапазоном частот, а також може створити декілька власних пресетів з набором діапазонів частот.

Якщо був обраний пресет з набором діапазонів – натискання у верхній частині дисплея на один з діапазонів розгорне його на усю ширину екрану, повторне натискання поверне до багато-діапазонного відображення.

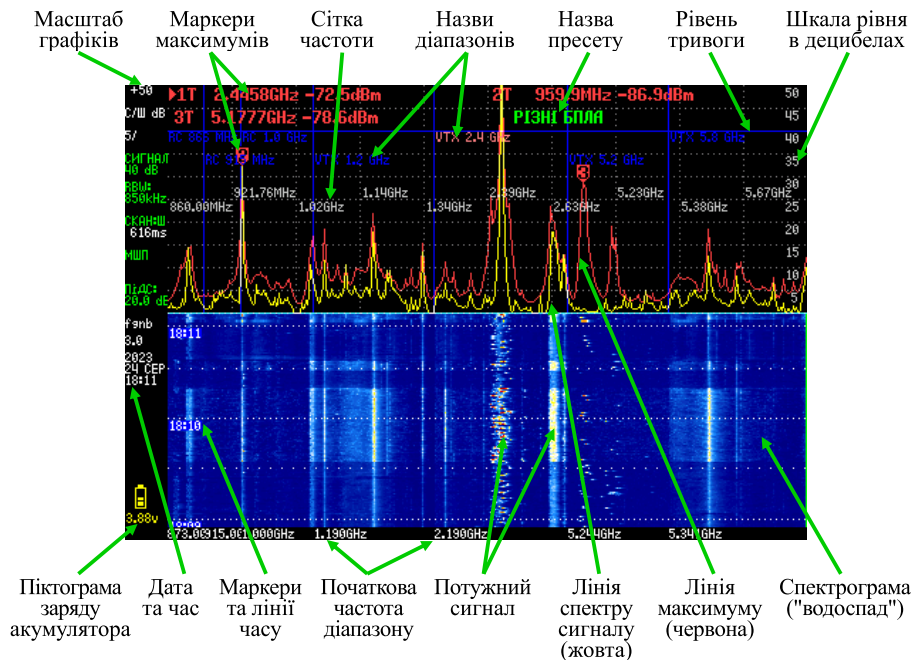
Для виявлення БПЛА за допомогою дрон-детектора, слід спочатку увімкнути пресет "РІЗНІ БПЛА" та вивчити обстановку в усіх частотних діапазонах можливої роботи БПЛА, в усіх напрямках та висотах, а також з вертикальною та горизонтальною поляризацією.

Через кілька секунд роботи дрон-детектора, на спектрограмі можна буде побачити постійні (стаціонарні) перешкоди – це можуть бути сигнали базових станцій мобільних операторів, точки доступу Wi-Fi, постійно працюючі ретранслятори, самозбудження обладнання тощо. Ці перешкоди та частоти занотовуються оператором засобів виявлення БПЛА, щоб у подальшій роботі їх ігнорувати.

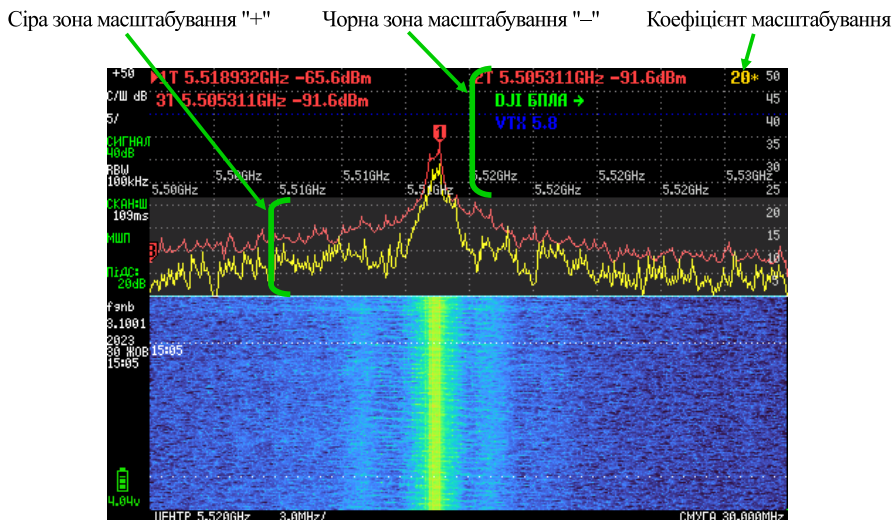
Для швидкого визначення напрямку на БПЛА, необхідно різко повертати дрон-детектор з направленою антеною вліво або вправо на 90 градусів та вгору-вниз – оператор знаходить сектор з найбільшим рівнем сигналу, це і є приблизний напрямок (пеленг) на БПЛА. Точність визначення напрямку з подібним дрон-детектором складає приблизно 60 градусів. Якщо є час та можливість – можна уточнити напрямок на БПЛА повільно обертаючи дрон-детектор у межах визначеного сектору та спостерігаючи незначні зміни інтенсивності сигналу на спектрограмі.

6.9. Елементи відображення на дисплеї

Нижче наведені основні елементи відображення на дисплеї.



Позначення основних елементів відображення на дисплеї (прошивка версії v3.0.0)



Позначення зон масштабування на дисплеї (прошивка версії від v3.1.0)

Крім позначених на рисунках елементів відображення, на дисплеї у лівій частині також відображаються:

- "Сигнал 40 dB" зеленим кольором – увімкнена звукова сигналізація (40 dB – поріг).
- "Сигнал вимкн" рожевим кольором – вимкнена звукова сигналізація.
- "Скан:Ш XXXms" швидкість сканування поточного пресету.
- "МШП" зеленим кольором – увімкнений вбудований ВЧ-підсилювач.
- "Підс: 20 dB" зеленим кольором – рівень підсилення зовнішнього ВЧ-підсилювача.
- "SD" зеленим кольором – вставлена карта microSD (на скріншотах не відображено).

6.10. Функція масштабування

Починаючи з прошивки версії v3.1.0, в аналізаторі спектру з'явилася функція масштабування, яка "розтягує" певну ділянку спектру й спектрограми, та дозволяє у деталях роздивитися необхідний сигнал для його вивчення та ідентифікації.

У залежності від ширини смуги обраного діапазону (пресету), максимальний коефіцієнт масштабування може бути різний. Коефіцієнт масштабування може мати значення x5, x20, x100, x500, x2000, x10000. Коефіцієнт масштабування відображається у верхньому правому куті дисплею жовтим кольором для прошивки версії v3.1.0, або у верхньому лівому куті дисплею зеленим кольором для прошивки версії v3.2.0.



Ви можете вільно комбінувати ручне та автоматичне масштабування.

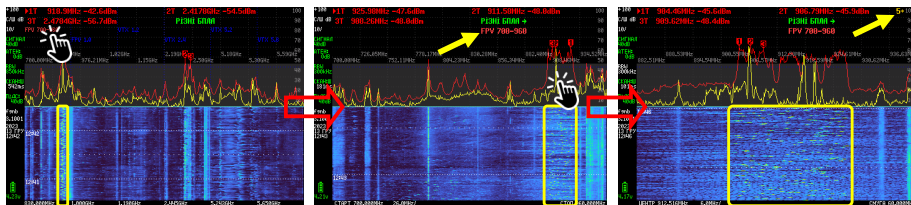
6.10.1. Спосіб 1 – ручне масштабування

Для збільшення масштабування ділянки з сигналом, що вас цікавить, торкніться стилусом по сплеску сигналу у межах сірої зони дисплею. Для зменшення масштабування, торкніться стилусом над сплеском сигналу у межах чорної зони дисплею.

Рекомендуємо спочатку розгорнути потрібний діапазон на усю ширину екрану, натиснувши на діапазоні у верхній частині дисплея – це дозволить більш точно попасти стилусом по сплеску сигналу.

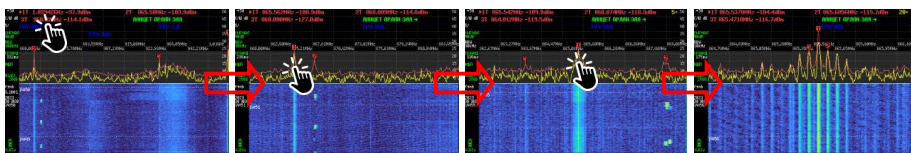
Для швидкого виходу з режиму масштабування, виберіть будь-який пресет у меню.

Після вимкнення та ввімкнення живлення аналізатора спектру, обране масштабування не зберігається.

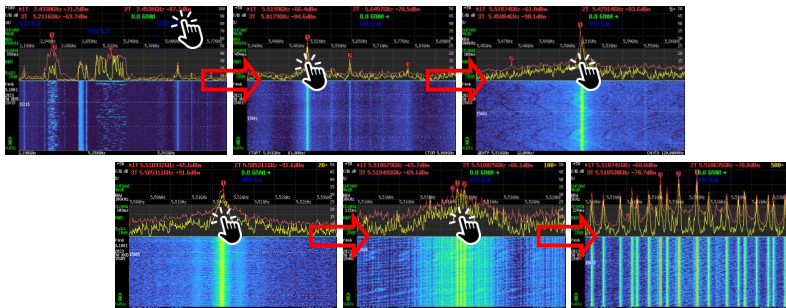


Приклад ручного масштабування сигналу з центральною частотою 915 МГц

У даному прикладі спочатку розгортаємо потрібний діапазон на усю ширину екрану, потім масштабуємо сплеск сигналу. Сигнал який спостерігаємо – це ППРЧ сигнал керування FPV дроном, стандарт ELRS, центральна частота 915 МГц, смуга приблизно 26 МГц (від 902 МГц до 928 МГц). Справа від цього сигналу – смуга роботи базової станції GSM.



Приклад ручного масштабування сигналу з центральною частотою 866 МГц

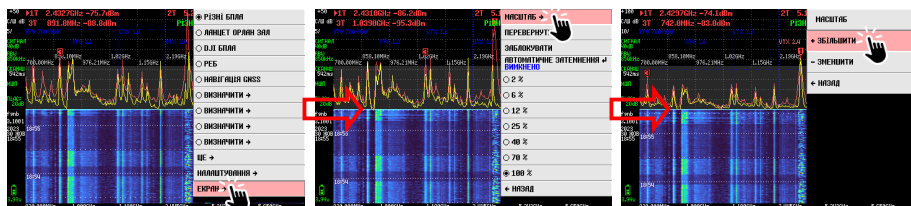


Приклад ручного масштабування сигналу в діапазоні 5.8 ГГц

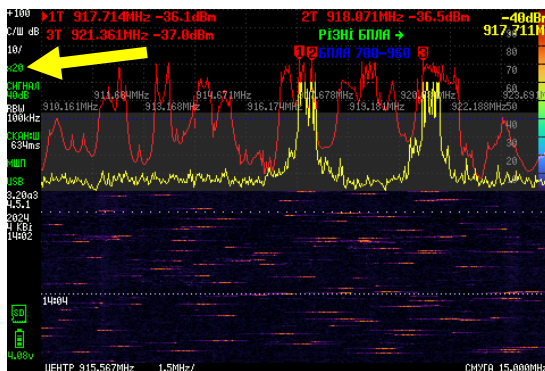
6.10.2. Спосіб 2 – автоматичне масштабування найсильнішого сигналу

У будь-який час, відкрийте головне меню, та у налаштуваннях екрану клацніть по рядку "+ збільшити" для збільшення масштабу для найсильнішого сигналу. Найсильніший сигнал обирається з усіх діапазонів, що відображаються на дисплеї. Найсильніший сигнал опиниться по середині дисплею.

Ви можете кілька разів збільшувати або зменшувати масштаб через згадане меню.



Використання підменю "Масштаб" у налаштуваннях екрану



Відображення коефіцієнту масштабування для прошивки версії v3.2.0.

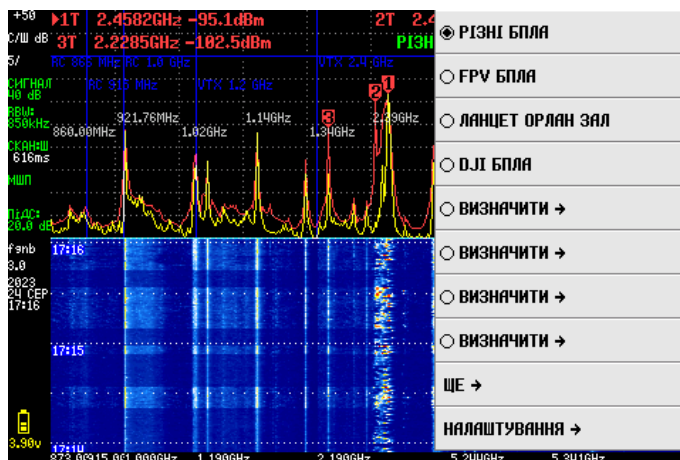
6.11. Пошук частоти

Під час звичайної роботи (коли меню не відображається), натисканням коліщатка вліво або вправо, можливо рухати маркер №1 по спектру та дізнаватися точну частоту певного сплеску. Можна коротко натискати коліщатко, щоб переміщувати маркер на невелику відстань, або можна затиснути коліщатко, щоб маркер швидко рухався по спектру. Під час переміщення маркера, відображення спектру завмирає, та відновлюється автоматично через одну секунду після відпускання коліщатка.

Зверніть увагу – якщо у вас у налаштуваннях вимкнені маркери, то коротке натискання коліщатка вправо буде вибирати відображення окремих частотних діапазонів у пресеті з набором із декількох діапазонів частот (зліва-направо), а коротке натискання коліщатка вліво поверне відображення усіх діапазонів частот поточного пресету.

6.12. Екранне меню

Для відкриття меню натисніть на спектрограму або на коліщатко.



Головне меню

Для навігації по меню використовуйте стилус, торкаючись потрібних пунктів меню, або коліщатко – відхиляйте його вправо-вліво для переміщення виділення пункту меню відповідно вниз -вгору та натискайте на коліщатко для вибору виділеного пункту.

Обраний пресет позначається піктограмою з чорним колом.

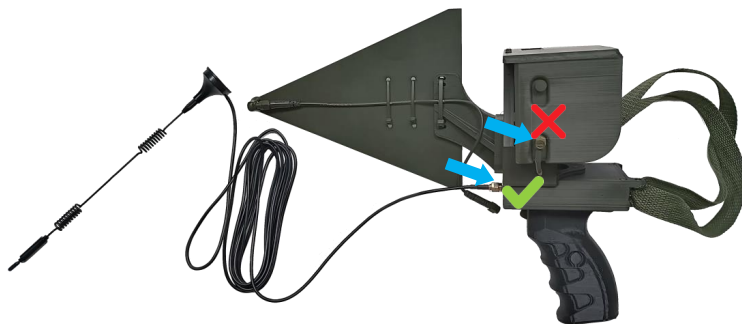
Для переходу по сторінкам меню використовуйте посилання "ЩЕ →" та "← НАЗАД".

Пункти меню зі стрілкою "→" ведуть до підменю.

Для закриття меню, натисніть на дисплей поза межами меню або відхиляйте коліщатко вліво поки меню не зникне. Починаючи з прошивки 3.1.0, меню закривається автоматично через 15 секунд якщо не виконувати жодних дій в меню. Після закриття меню, частина спектрограми буде відсутня на місці де було відображене меню – це нормальне явище.

6.13. Робота дрон-детектора з виносною антеною

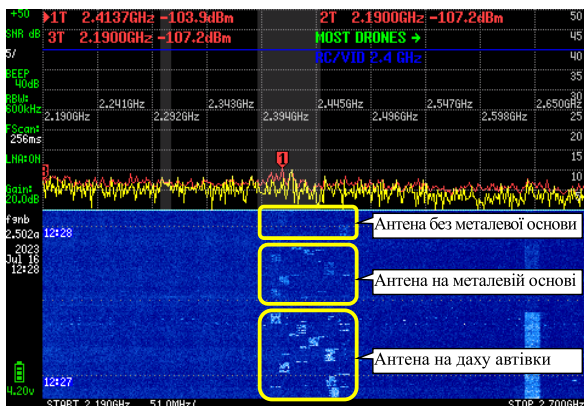
У разі загрози життю та неможливості проведення постійного моніторингу з направленою антеною, оператор засобів виявлення БПЛА може, знаходячись в укритті або в транспортному засобі, підключити до дрон-детектора виносну штиреву антену та встановити її назовні. Для цього використовується автомобільна всесіпазонна штирева антена з кабелем та магнітною основою. Антену потрібно підключати до входу зовнішнього ВЧ-підсилювача. Таку антену бажано встановлювати на плоску металеву основу – для цього підійде дах автівки, металевий цинк від патронів, металевий короб (коробка) від амуніції, або будь-який плоский металевий (залізний) предмет. Антена повинна бути встановлена вертикально та по центру металевої основи, але головне – максимально високо (наскільки вистачить кабелю). Можна просто примотати антену скотчем до палиці, встромленої у землю. Таким чином можна організувати безпечний стаціонарний цілодобовий пункт моніторингу. При підключенні дрон-детектора до блоку живлення або повербанку, час його роботи може бути необмеженим. Для зручності виявлення сигналів від БПЛА, у дрон-детекторі можна увімкнути звукову та світлову сигналізацію.



Підключення виносної антени до дрон-детектора

 Максимально акуратно підключайте та відключайте роз'єми до дрон-детектора! Антенні роз'єми не розраховані на прикладання великих зусиль та потребують рівного та плавного накручування.

 Зверніть увагу, що ненаправлені всесіпазонні штиреві антени мають меншу чутливість, ніж направлені антени, тому потрібно враховувати, що відстань виявлення БПЛА із такими антенами відчутно скорочується – наприклад, квадрокоптери DJI можливо засікти лише з відстані 1000÷1500 метрів, у той час як із направленою антеною така відстань становить до 5000 метрів. Рекомендуємо замінити комплектний кабель на кабель RG223 потрібної довжини.



Робота дрон-детектора з виносною антеною

6.14. Звукова та світлова сигналізація

Аналізатор спектру має функцію звукової та світлової сигналізації появи сильного сигналу, який перевищує заданий пороговий рівень. Крім того, на дисплеї назва діапазону, в якому з'явився сигнал, що перевищує пороговий рівень, стає рожевого кольору. Якщо сигнал не перевищує пороговий рівень – назва діапазону відображається синім кольором.

Значення порогового рівня (синя горизонтальна лінія на дисплеї) задається в залежності від умов експлуатації – пункт меню "Налаштування>Рівень тривоги".

Ви можете незалежно вмикати та вимикати звукову та світлову сигналізацію.

6.14.1. Звукова сигналізація

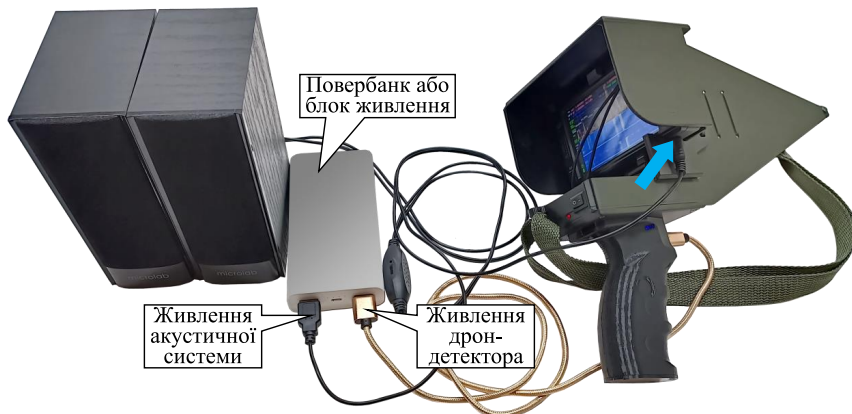
Звукова сигналізація вмикається при появі сигналів, що перевищують заданий пороговий рівень. Використовуйте вбудований біпер (моделі DD-TU1S, DD-TU1SM) або підключіть зовнішній блок сигналізації, або активну акустичну систему, або активні навушники до гнізда аудіо виходу 3,5 мм – якщо сигнал перевищить заданий пороговий рівень, буде звучати зумер. Для роботи функції звукових сповіщень, увімкніть у налаштуваннях опцію "Звуковий сигнал" та виберіть необхідний рівень гучності а також комфортний тон (частоту) зумера.



Тон зумера буде автоматично ступінчато підвищуватися, якщо рівень сигналу досяг порогового рівня та продовжує зростати.



Підключення активних навушників



Підключення активної акустичної системи з живленням від USB

6.14.2. Світлова сигналізація

Світлова сигналізація працює за рахунок автоматичного збільшення яскравості дисплея при появі сигналів, що перевищують пороговий рівень.

Для увімкнення даної функції виконайте наступні налаштування:

1. Виберіть у налаштуваннях "Екран" потрібну яскравість дисплея, більшу за "2%".

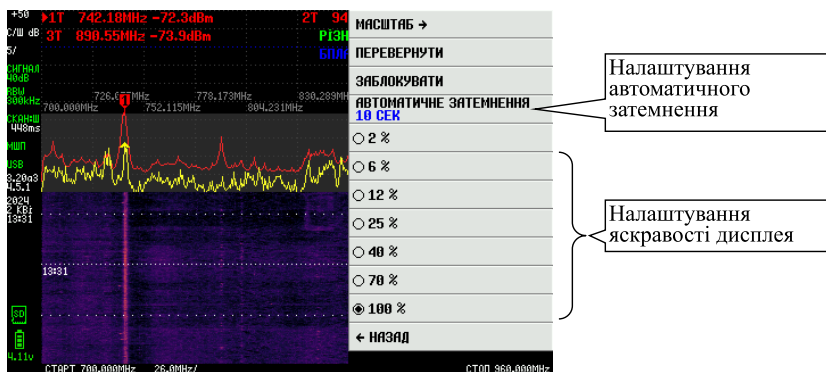
Зазвичай встановлюють такі значення яскравості дисплея:

- Удень 100%.
- У сутінках 25%.
- Уночі 6%.

2. Увімкніть у налаштуваннях "Екран" функцію "Автоматичне затемнення" (автоматичне зменшення яскравості дисплея) та вкажіть інтервал часу у секундах, після закінчення якого, яскравість дисплея стане мінімальною (значення "2%").

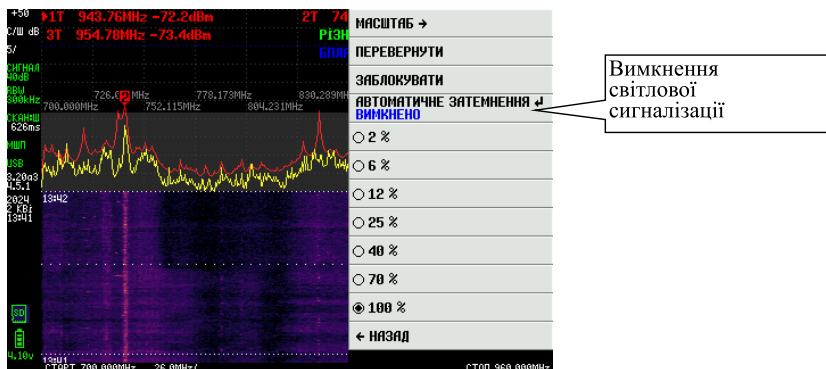
При відсутності сигналів, що перевищують заданий пороговий рівень, яскравість дисплея буде мінімальна (2%). При появі сигналів, що перевищують заданий пороговий рівень, яскравість дисплея автоматично збільшиться до заданого значення, тим самим даючи зрозуміти про появу сильного сигналу. Після зникнення сильного сигналу, через заданий інтервал часу, яскравість дисплея знов стане мінімальною (2%).

Чим вища яскравість дисплея була задана у налаштуваннях – тим відчутніший буде ефект світлової сигналізації.



Меню "Екран" – налаштування світлової сигналізації

Для вимкнення світлової сигналізації, виберіть "Вимкнено" для параметра "Автоматичне затемнення".



Меню "Екран" – вимкнення світлової сигналізації

6.14.3. Налаштування винятків для сигналізації ("спеціальні" діапазони)

Починаючи з прошивки версії v3.2.0, в аналізаторі спектру з'явилася нова функція визначення "спеціальних" діапазонів, в яких вимикається сигналізація, або задається інший пороговий рівень сигналізації.

Вимкнення сигналізації або загрублення (збільшення) її порогу у певних діапазонах дозволить виключити із сигналізування стандартні потужні джерела радіосигналів, наприклад, сигнали базових станцій операторів стільникового зв'язку, які раніше призводили до періодичних непотрібних спрацювань сигналізації.

Крім того, можна навпаки зробити певні діапазони з більшою чутливістю (нижчим пороговим рівнем сигналізації), наприклад, особливо небезпечні смуги, де будь-який сигнал означатиме появу БПЛА.

Для вимкнення сигналізації в "спеціальному" діапазоні, встановіть значення "0" (нуль) для параметру "Рівень тривоги". Для задання свого значення порогового рівня сигналізації, встановіть значення для параметру "Рівень тривоги" у децибелах від "1" до "127".



Діапазони, позначені як "спеціальні", відображаються на дисплеї як смуги заповнені сірими крапками. Якщо для такого діапазону вимкнена сигналізація, на дисплеї в межах цього діапазону буде відсутня синя лінія порогового рівня сигналізації. Якщо був заданий свій пороговий рівень, відмінний від загального, у межах цього діапазону синя лінія порогового рівня буде відображена на заданій позначці у децибелах.

У таблиці приведений перелік смуг частот базових станцій (БС) операторів стільникового зв'язку України, для яких можна вимкнути сигналізацію. На спектрограмі ви будете бачити смуги частот саме передавачів БС – оскільки передавачі мають високу потужність та працюють постійно, а в смугах приймачів БС будуть слабкі нерегулярні сигнали від мобільних терміналів.

Звертєся з таблицею, знайдіть смуги частот, які використовуються у вашому регіоні, та додайте їх у перелік "спеціальних" діапазонів.

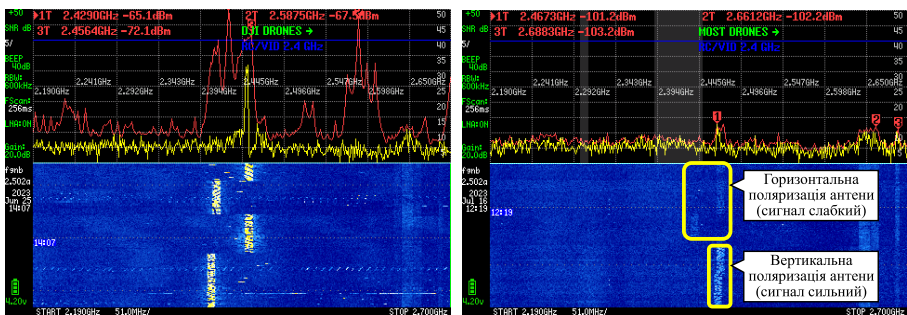
Оператор Стандарт	Приймач БС, МГц	Передавач БС МГц	Приймач БС МГц	Передавач БС МГц	Приймач БС МГц	Передавач БС МГц	Тип мережі
	ПрАТ "Київстар"		ТОВ "Лайфселл"		ПрАТ "ВФ Україна"		
GSM-900	884,4 - 886,2 888,6 - 889,8 890,0 - 894,8 908,0 - 910,2	929,4 - 931,2 933,6 - 934,8 935,0 - 939,8 953,0 - 955,2	895,2 - 899,8 907,2 - 907,6	940,2 - 944,8 952,2 - 952,6	900,2 - 906,8	945,2 - 951,8	2G
DCS-1800	1725,2 - 1749,8 1770,2 - 1779,8	1820,2 - 1844,8 1865,2 - 1874,8	1710,2 - 1724,8	1805,2 - 1819,8	1750,2 - 1769,8 1780,2 - 1784,8	1845,2 - 1864,8 1875,2 - 1879,8	2G
LTE-900	890,0 - 895,0	935,0 - 940,0	895,0 - 900,0	940,0 - 945,0	900,0 - 905,0	945,0 - 950,0	4G
LTE-1800	1730,0 - 1750,0	1825,0 - 1845,0	1710,0 - 1725,0	1805,0 - 1820,0	1750,0 - 1770,0	1845,0 - 1865,0	4G
LTE-1800TH	1725,2 - 1749,8 1770,2 - 1779,8 1730,0 - 1750,0	1820,2 - 1844,8 1865,2 - 1874,8 1825,0 - 1845,0	1710,2 - 1717,6 1710,0 - 1725,0	1805,2 - 1812,6 1805,0 - 1820,0	1750,2 - 1769,8 1780,2 - 1784,8 1750,0 - 1770,0	1845,2 - 1864,8 1875,2 - 1879,8 1845,0 - 1865,0	4G
LTE-2600	2520,0 - 2535,0	2640,0 - 2655,0	2535,0 - 2545,0	2655,0 - 2665,0	2510,0 - 2520,0	2630,0 - 2640,0	4G
UMTS-WCDMA	1967,4 1972,4 1977,2	2157,4 2162,4 2167,2	1922,8 1927,6 1932,4	2112,8 2117,6 2122,4	1952,4 1957,4 1962,4	2142,4 2147,4 2152,4	3G



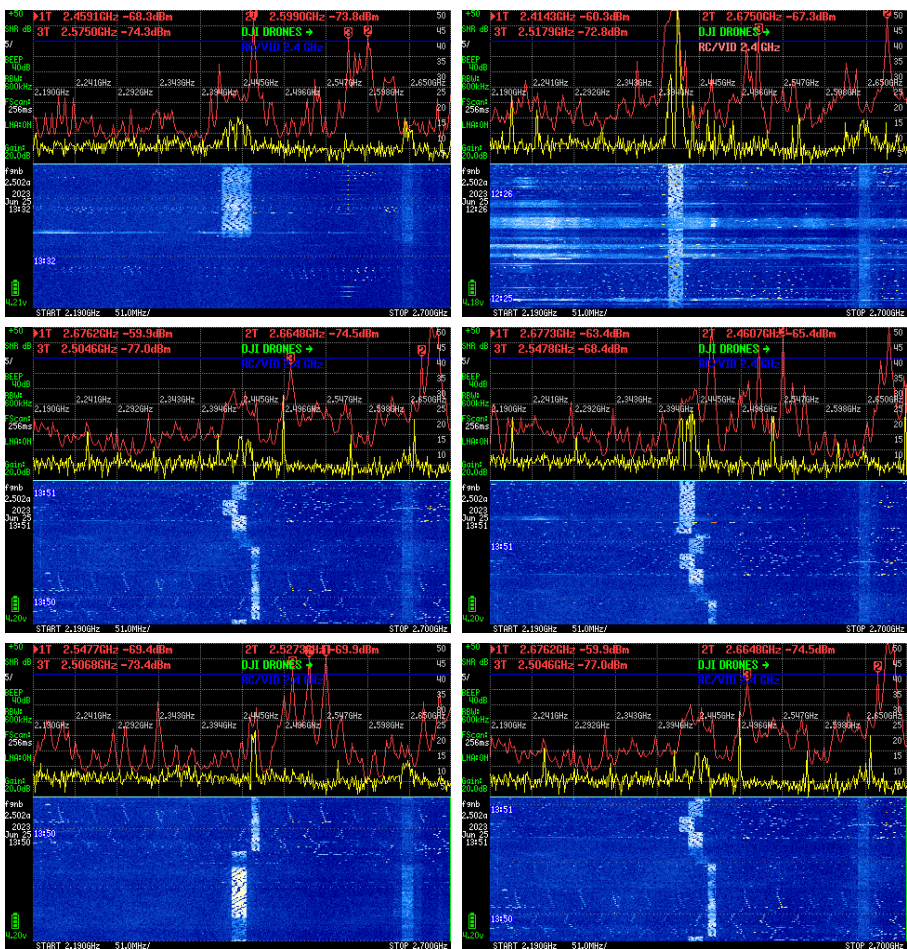
У прошивці v3.2.0 вже додані декілька "спеціальних" діапазонів зі смугами частот базових станцій, які найбільш розповсюджені на території України:

1. 925,0 - 960,0 МГц
2. 1805,0 - 1880,0 МГц
3. 2110,0 - 2170,0 МГц
4. 2620,0 - 2690,0 МГц

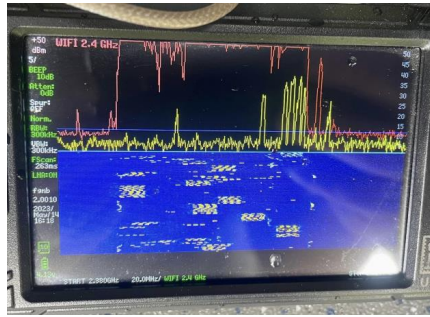
7. Додаток 2. Приклади шаблонів спектрів випромінювання сигналів деяких БПЛА



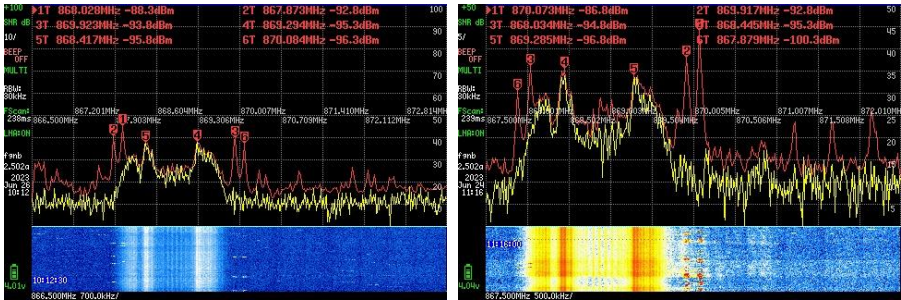
Квадрокоптери DJI (при поганому зв'язку із пультом, квадрокоптер постійно змінює канали)



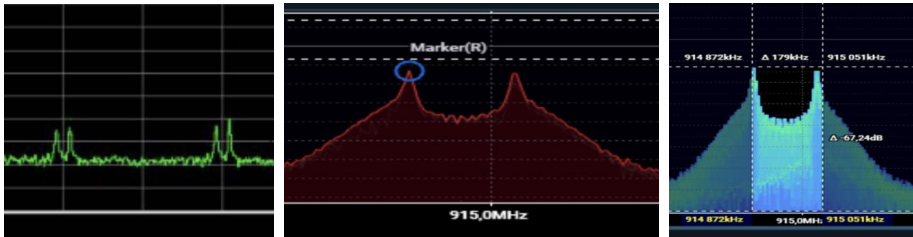
Квадрокоптери Autel Evo 2 / Lite+ (смуга сигналу ширша, ніж у DJI, але при поганому зв'язку із пультом, квадрокоптер зменшує ширину смуги частот для більш стабільного зв'язку)



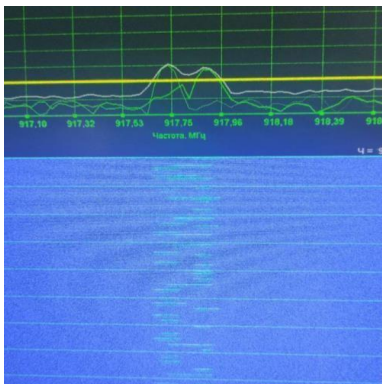
Квадрокоптер Autel Evo 2 Pro V3 Enterprise



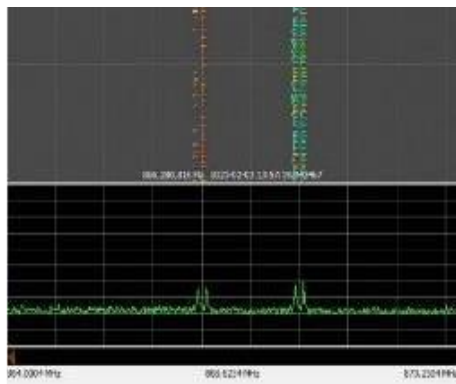
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421" (частоти 867-870 МГц)



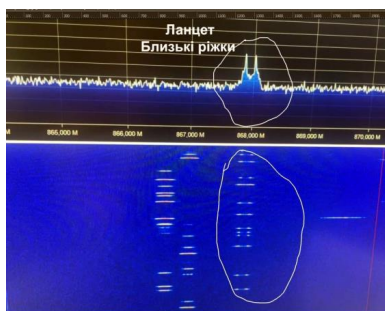
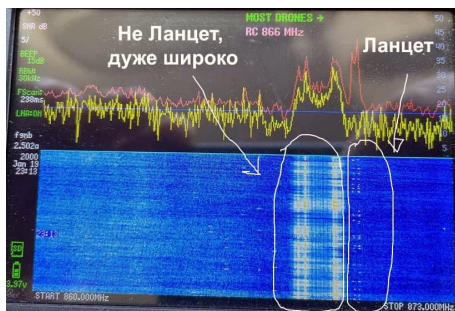
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421" (частоти 860-870 МГц, 902-928 МГц)



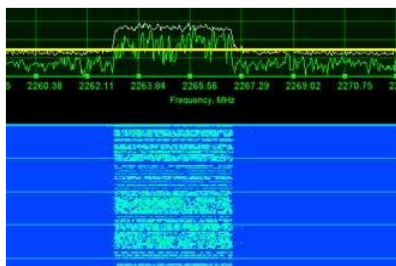
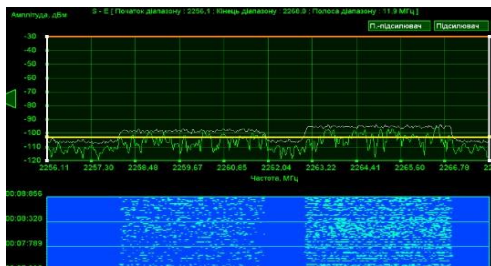
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421"
(частоти 917 МГц та 904 МГц)



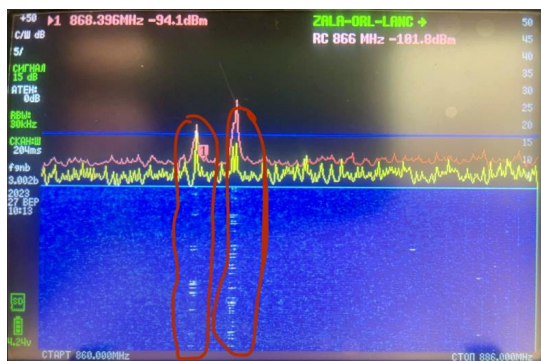
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421" – телеметрія
(частоти 868 МГц, 870 МГц, 915 МГц)



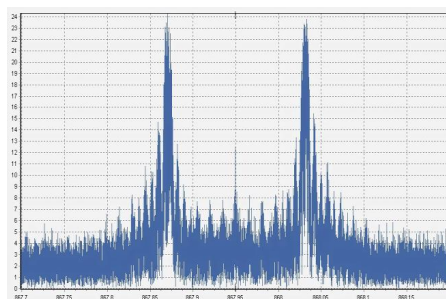
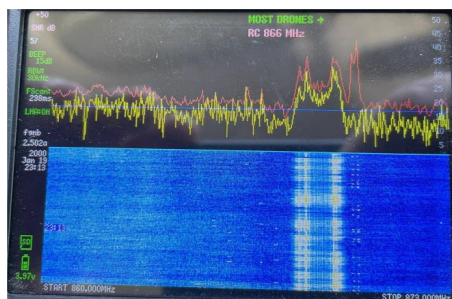
БПЛА "Ланцет" (частота 868 МГц)



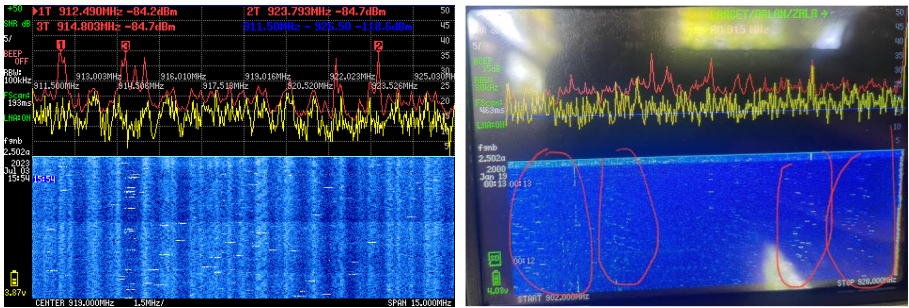
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421" (діапазон 2,19÷2,41 ГГц)



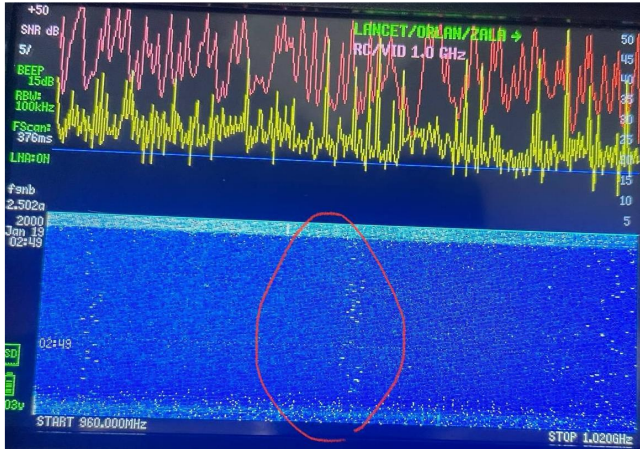
БПЛА "Ланцет" та "ZALA-421"
(зліва Ланцет на частоті 868 МГц, справа ZALA на частоті 870 МГц)



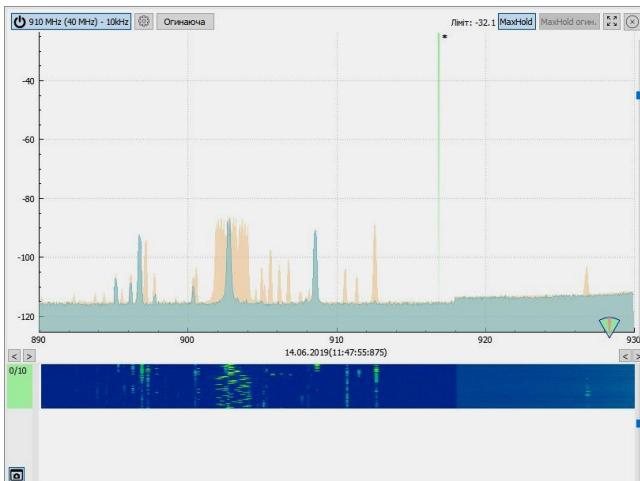
БПЛА "Мерлін-ВР" (частота 867,95 МГц, смуга 500 кГц, між піками 162 кГц)



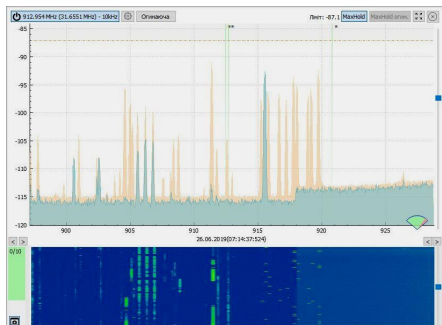
БПЛА "Орлан" – телеметрія (діапазон 902÷928 МГц) відстань 10÷30 км



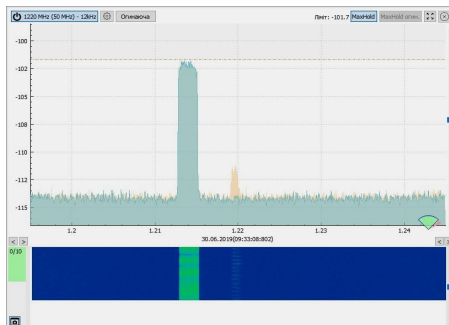
БПЛА "Орлан" – телеметрія (діапазон 960÷1020 МГц)



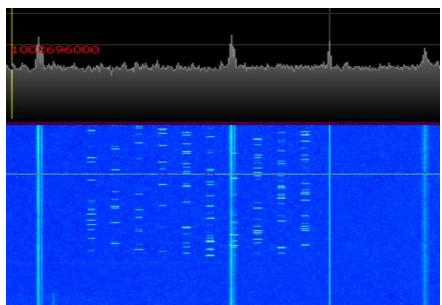
БПЛА "Орлан" – відео, телеметрія, керування (діапазон 902÷904 МГц, смуга 2 МГц)



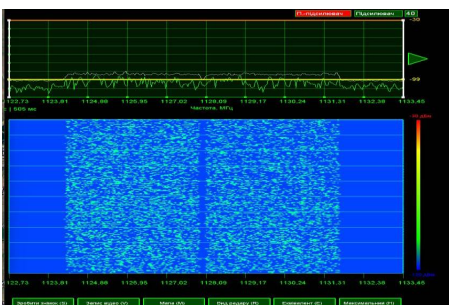
БПЛА "Елерон" – телеметрія, керування
(діапазон 915÷920 МГц, смуга 5 МГц)



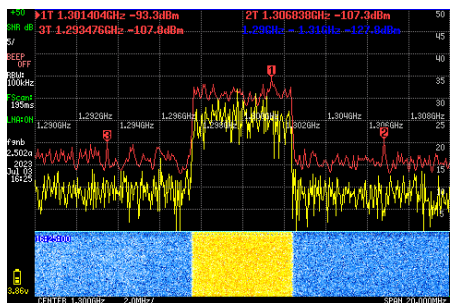
БПЛА "Елерон" – відео
(діапазон 1213÷1215 МГц, смуга 2 МГц)



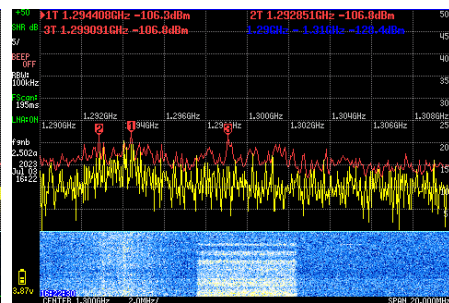
БПЛА "Supercam"
(діапазон 1004÷1009 МГц, 10 смуг по 150 кГц)



БПЛА "Supercam" іншої модифікації
(діапазон 1124÷1132 МГц, 2 смуги)



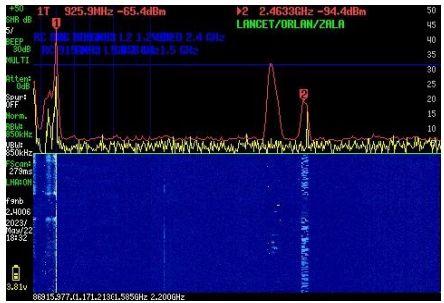
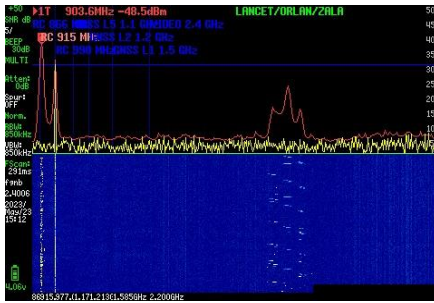
[Горизонтальна поляризація]



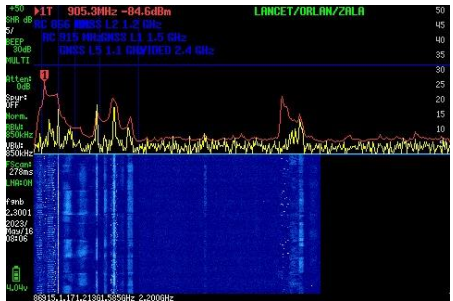
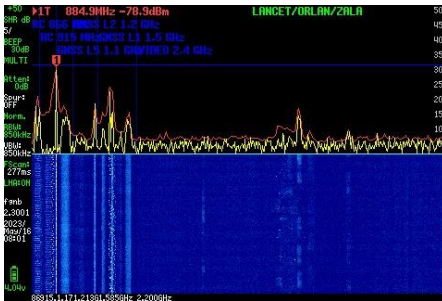
[Вертикальна поляризація]

БПЛА "Supercam" – відеолінк (діапазон 1,2÷1,3 ГГц)

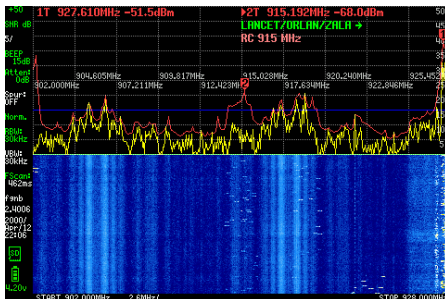
Зверніть увагу, що сигнал цього БПЛА нормально детектується у горизонтальній поляризації!
(додатково дивіться відео <https://www.youtube.com/shorts/dJ-UGShP7ew>)



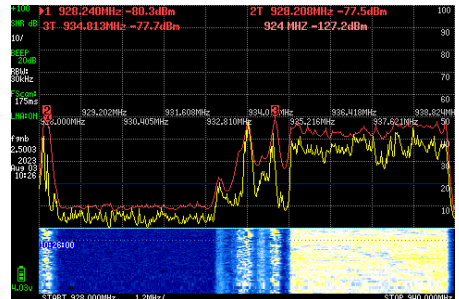
Невідомий БПЛА літакового типу, відстань 1÷3 км



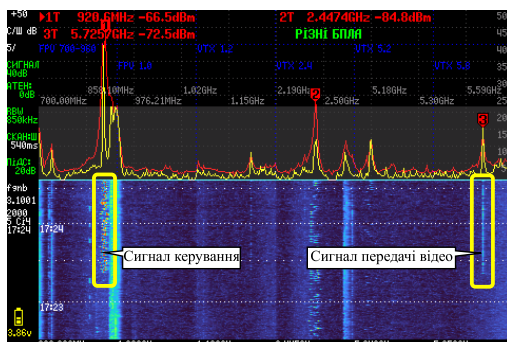
Два невідомих БПЛА літакового типу



Невпізнані сигнали,
справа базова станція GSM-900

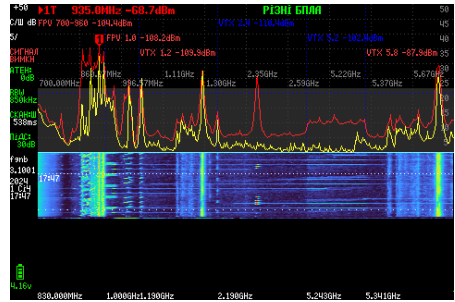


Сигнал базової станції GSM-900

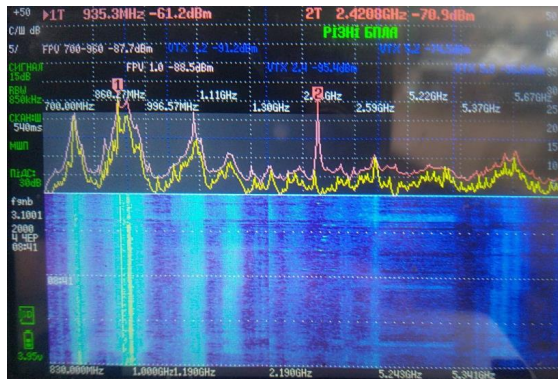


FPV квадрокоптер

Керування та телеметрія: ELRS ППРЧ з центральною частотою 915 МГц та смугою приблизно 26 МГц
Передача відео: аналогове відео в діапазоні 5,8 ГГц (у даному прикладі 5,725 ГГц)

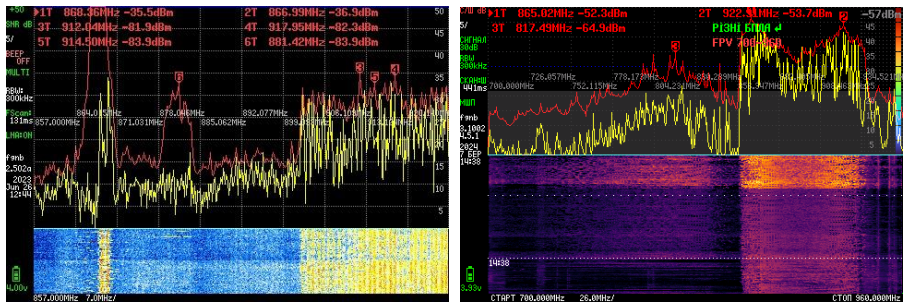


Декілька FPV квадрокоптерів
 Керування та телеметрія: ППРЧ на частотах 868 МГц та 915 МГц
 Передача відео: аналогове відео в діапазоні 5,8 ГГц

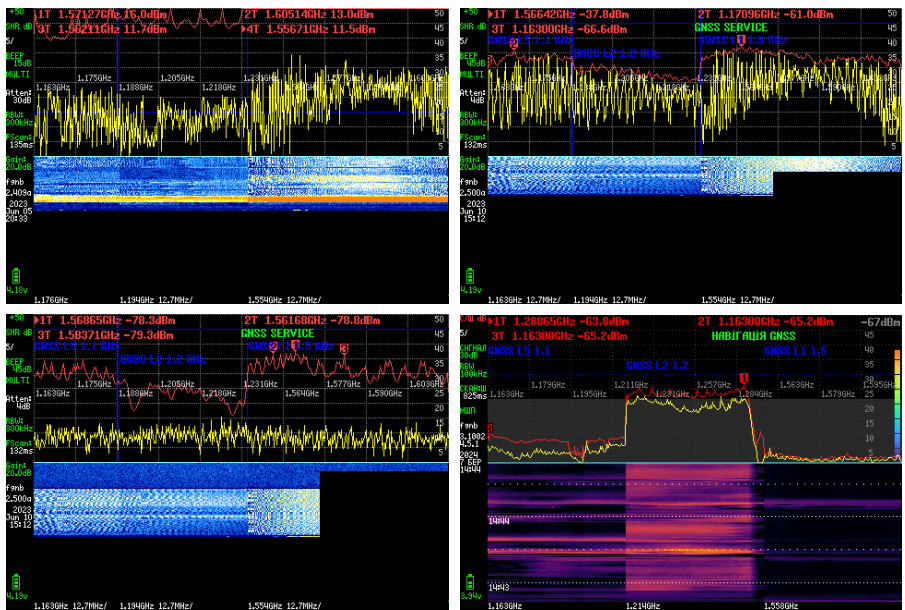


Декілька FPV квадрокоптерів
 У діапазоні 5,8 ГГц можна побачити щонайменше шість смуг передачі відео

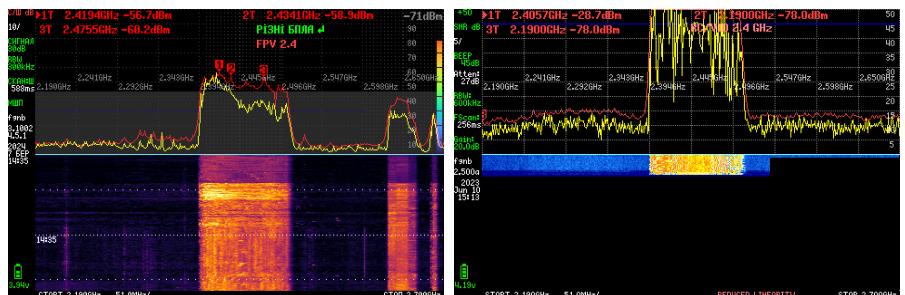
8. Додаток 3. Приклади шаблонів спектрів випромінювання сигналів РЕБ



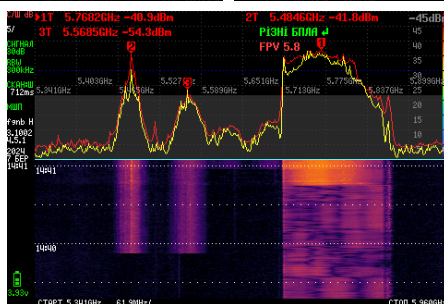
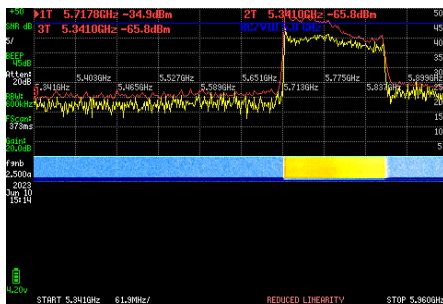
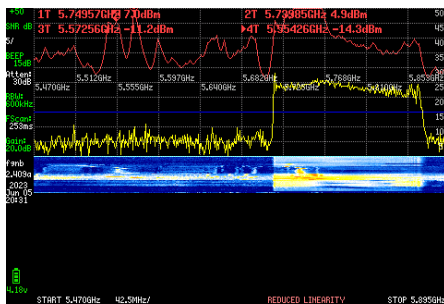
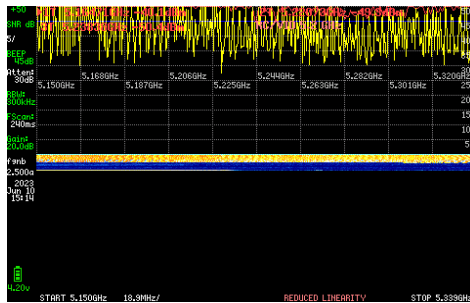
Сигнал РЕБ в діапазоні 850÷950 МГц

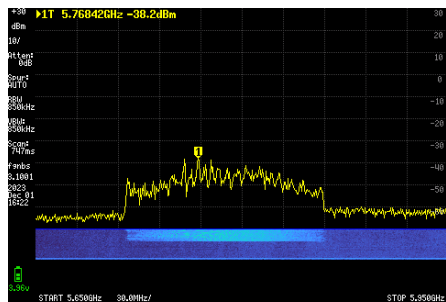
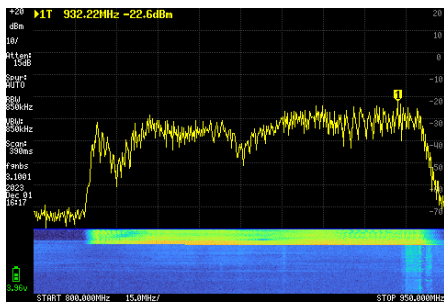
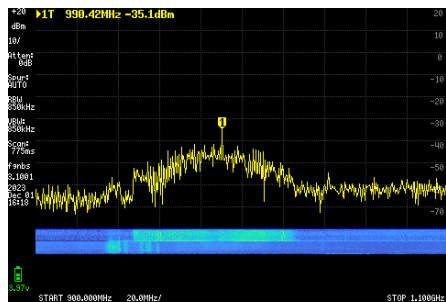
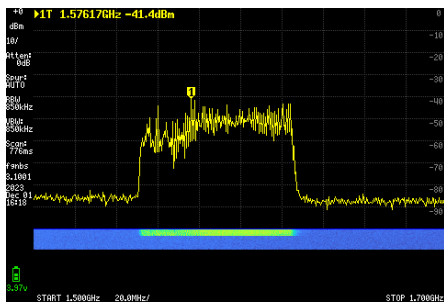
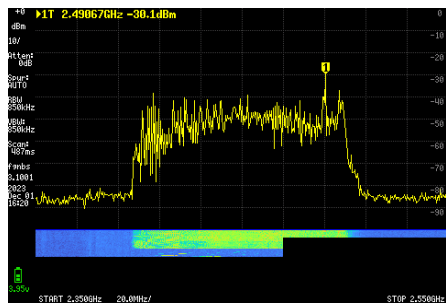
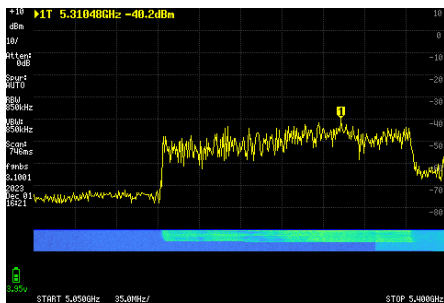


Сигнал РЕБ в діапазоні супутникової навігації 1,2 ГГц та 1,5 ГГц



Сигнал РЕБ в діапазоні 2,4 ГГц





Приклад тестування шестиканальної анти-дроновної рушниці

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.