

ИНСТРУКЦИЯ

составу расчета по обнаружению и противодействию БЛА
(для малой специальной тактической группы)

Киев, 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Состав расчета по обнаружению и противодействию БЛА.....	5
2 Техническое обеспечение.....	7
2.1 Средства обнаружения БЛА.....	7
2.2. Средства противодействия БЛА.....	10
2.3. Средства электропитания.....	14
2.4 Средства связи.....	15
2.5 Средства ориентирования на местности.....	15
2.6 Проверка оборудования.....	16
2.6.1 Проверка средств обнаружения БЛА.....	17
2.6.2. Проверка средств противодействия БЛА.....	20
3 Меры безопасности.....	24
4 Операционные процедуры.....	27
4.1 Подготовительная часть.....	27
4.1.1 Получение задания.....	27
4.1.2 Планирование выполнения задачи.....	27
4.1.3 Подготовка и проверка технических средств.....	27
4.1.4 Выбор и обустройство позиций.....	28
4.1.5. Маскировка.....	29
4.1.6. Организация связи.....	30
4.2 Выполнение задачи.....	31
4.2.1. Обнаружение БЛА.....	31
4.2.2. Противодействие БЛА.....	40
4.3 Уход с позиции.....	45

5	Порядок работы с БЛА-детектором на базе анализатора спектра «tinySA Ultra» с прошивкой версии v3. 2. 0.....	46
5.1	Описание.....	46
5.2	Правила пользования.....	48
5.3	Снаряжение.....	50
5.4	Технические характеристики.....	52
5.5	Замечания по диапазону 5,8 ГГц.....	54
5.6	Органы управления анализатора спектра «tinySA Ultra».....	55
5.7	Включение, контроль питания и зарядка.....	55
5.7.1	Включение.....	56
5.7.2	Контроль питания.....	56
5.7.3	Зарядка аккумулятора.....	58
5.8	Выбор режима работы.....	59
5.9	Элементы отображения на дисплее.....	60
5.10	Функция масштабирования.....	62
5.10.1	Способ 1 – ручное масштабирование.....	62
5.10.2	Способ 2 – автоматическое масштабирование самого сильного сигнала.....	64
5.11	Поиск частоты.....	65
5.12	Экранное меню.....	65
5.13	Работа БЛА-детектора с выносной антенной.....	66
5.14	Звуковая и световая сигнализация.....	68
5.14.1	Звуковая сигнализация.....	68
5.14.2	Световая сигнализация.....	69
5.14.3	Настройка исключений для сигнализации («специальные» диапазоны).....	71
6	Примеры шаблонов спектров излучения сигналов некоторых БЛА.....	74
7	Примеры шаблонов спектров сигналов РЭБ.....	86

ВВЕДЕНИЕ

Средства обнаружения и противодействия БЛА играют важную роль в обеспечении безопасности передовых подразделений ВС Украины, а также артиллерийских средств, техники и складов. Фактически, обнаружение БЛА – это функция РЭР (радиоэлектронной разведки), а противодействие БЛА – это функция РЭБ (радиоэлектронной борьбы). За неимением специальных военных систем РЭР/РЭБ, бойцы должны овладеть работой с мелкосерийными средствами индивидуального пользования.

Используйте средства противодействия БЛА в соответствии с планом и процедурами, разработанными заранее, чтобы минимизировать риски для личного состава и других объектов.

Важно помнить, что использование портативных средств противодействия БЛА в условиях боевых действий может быть опасным и должно проводиться только опытными и профессиональными специалистами с соблюдением всех требований безопасности.

Всегда следуйте инструкциям производителя при использовании технических средств обнаружения и противодействия БЛА и при необходимости обращайтесь за помощью к специалистам.

1 СОСТАВ РАСЧЕТА ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ БЛА

Собственно средства противодействия БЛА имеют значительно меньшую эффективность без одновременного использования средств обнаружения БЛА. Кроме того, применение средств противодействия БЛА без надлежащей подготовки и координации может навредить дружественным подразделениям.

В расчет обнаружения и противодействия БЛА (анти-БЛА) должны входить как минимум:

- оператор средств обнаружения БЛА (командир расчета). Его функциональные обязанности: работа с техническими средствами обнаружения БЛА, координация действий расчета, координация с соседними подразделениями и командным пунктом (КП), связь;

- оператор средств противодействия БЛА. Его задача: работа с техническими средствами противодействия БЛА.

Рекомендуемый состав расчета анти-БЛА:

- оператор средств обнаружения БЛА (командир расчета). Функциональные обязанности: работа с техническими средствами обнаружения БЛА, координация действий расчета, координация с соседними подразделениями и КП, связь;

- оператор средств противодействия БЛА. Функциональные обязанности: работа с техническими средствами противодействия БЛА;

- группа обеспечения (2 бойца). Функциональные обязанности: помощь в обустройстве позиций, ведение наблюдения, обеспечение охраны и огневого прикрытия;

- водитель (может входить в группу обеспечения).

Все бойцы расчета анти-БЛА должны знать технические средства и уметь пользоваться ими для возможности взаимозаменяемости.

В случае ограничений по штату расчет анти-БЛА может состоять из одного бойца, который выполняет все действия самостоятельно и должен иметь соответствующие навыки работы со всем оборудованием.

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Расчет анти-БЛА использует следующие технические средства:

- средства обнаружения БЛА;
- средства противодействия БЛА;
- средства связи;
- средства электропитания;
- средства ориентирования на местности.

2.1 Средства обнаружения БЛА

Расчет анти-БЛА должен использовать все имеющиеся средства и способы обнаружения воздушных целей в зоне ответственности, такие как:

- электронные радиочастотные БЛА-детекторы;
- оптические приборы наблюдения (бинокли, подзорные трубы, ПНВ и т.д.);
- тепловизионные приборы наблюдения (монокуляры, прицелы и т.д.);
- слуховой контроль (органы чувств, активные наушники, специальные микрофоны и т.д.);
- информацию из других источников, например, от РЭР, ПВО и соседних подразделений.

Для дальнего и заблаговременного обнаружения БЛА используются электронные устройства-детекторы БЛА (БЛА-детекторы). Некоторые современные промышленные БЛА-детекторы (рисунок 1) самостоятельно (автоматически) определяют производителя и тип БЛА и выводят его название на дисплее. Кроме того, они в автоматическом режиме сообщают об обнаружении БЛА с помощью звуковых и световых сигналов. Такие устройства могут быть как стационарные, так и портативные и имеют достаточно высокую стоимость.



Рисунок 1 – Портативные БЛА-детекторы промышленного производства

Ввиду отсутствия доступных портативных промышленных БЛА-детекторов на Украине производятся самодельные устройства (БЛА-детекторы), которые базируются на анализаторе спектра «tinySA Ultra» или «SA6» (рисунок 2). Анализатор спектра «tinySA Ultra» имеет специальную адаптированную прошивку «РЭР БЛА» для удобного и понятного пользования. Графическое изображение анализатора спектра представлено на рисунке 3.



Рисунок 2 – Портативные самодельные БЛА-детекторы



Рисунок 3 – Анализатор спектра «tinySA Ultra» со специальной прошивкой «РЭР БЛА v2.5.2a»

Все БЛА-детекторы как промышленные, так и самодельные могут работать с ненаправленными однодиапазонными (рисунок 4) и всдиапазонными (рисунок 5) штыревыми антеннами для кругового мониторинга на 360 градусов или с направленными всдиапазонными (рисунок 6) и узконаправленными (рисунок 7) антеннами для поиска направления на БЛА. Выбирайте антенны с шарнирным креплением.



Рисунок 4 – Ненаправленные однодиапазонные штыревые антенны



Рисунок 5 – Ненаправленные всдиапазонные штыревые антенны



Рисунок 6 – Направленные всдиапазонные антенны (логопериодическая «Треугольник» и рупорная «Вивальди»)



Рисунок 7 – Узконаправленные антенны «волновой канал» («yagi»), на фото для диапазонов 2,4/5,8 ГГц

2.2. Средства противодействия БЛА

Противодействие БЛА заключается в подавлении радиочастот БЛА (точнее, полос частот, используемых БЛА). Для этого используются мощные передатчики с соответствующими антеннами. Устройства противодействия БЛА бывают стационарными, переносными и мобильными. Кроме того, благодаря различным типам антенн они бывают кругового действия (так называемый «купольный РЭБ») и направленного действия (так называемое «антидроновое ружье»). Примеры антенн «купольный РЭБ» представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Переносные «купольные РЭБ» с круговыми и секторными (панельными) антеннами

В свою очередь, антидроновые ружья тоже отличаются по конструкции и внешнему виду – длинные «космические бластеры» (рисунок 9) имеют очень узкий угол излучения (около 10 градусов) и требуют постоянного и

тщательного «прицеливания», плоские («лопато/сковородо-подобные») устройства (рисунок 10) дают более широкий угол излучения ($30\div 60$ градусов), и с ними можно работать «по направлению».



Рисунок 9 – Примеры узконаправленных антидроновых ружей



Рисунок 10 – Примеры широконаправленных антидроновых ружей

В свою очередь, излучатели для разных частот тоже имеют разные углы излучения (чем ниже частота – тем больший угол излучения), ниже приведены приблизительные значения для плоских широкоугольных антидроновых ружей:

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

Суммарная мощность переносного купольного РЭБ составляет примерно 100-500 Вт, антидроновых ружей – от 10 Вт до 150 Вт. Купольный РЭБ и антидроновые ружья могут иметь от одного до девяти каналов подавления, некоторые модели имеют встроенный детектор БЛА.

В некоторых моделях антидроновых ружей для более эффективного подавления определенного диапазона устанавливаются два блока постановки помех, которые работают в разных поляризациях – для того, чтобы подавление было эффективным при любом положении БЛА относительно антенн антидронного ружья.

Для возможности работать в разных режимах и для разных задач устройства противодействия БЛА обычно имеют отдельные выключатели для каждого частотного диапазона (канала подавления) – это экономит заряд батареи и уменьшает риск быть запеленгованными.

Эффективная дальность работы переносных купольных РЭБ (которые работают постоянно и нуждаются в стабильном питании) составляет 300-2000 метров. Большинство антидроновых ружей эффективны на расстоянии 1500-2500 метров по сигналам управления и передачи видеоизображения и до 1500 метров по сигналам навигации. В случае работы в городских условиях, дальность эффективного противодействия БЛА резко сокращается из-за препятствий в виде городской инфраструктуры. Даже ветви деревьев гасят излучение (чем выше частота, тем больше влияют такие помехи).

Обычно подавляются частоты управления, частоты передачи видеопотока и частоты систем спутниковой навигации (GNSS – Global Navigation Satellite System). В свою очередь, подавление спутниковой навигации предполагает блокировку приема сигналов GNSS всех известных операторов, поскольку блокировка одного или нескольких операторов GNSS может оказаться неэффективной.

Список полос частот, которые используют некоторые БЛА и которые необходимо подавить, приведен в таблице 1 (если приведена одна частота – это центральная частота полосы частот).

Таблица 1 – Список полос частот, используемых БЛА

Модель БЛА	Управление, МГц (полоса, МГц)	Телеметрия, МГц (полоса, МГц)	Видео, МГц (полоса, МГц)	Навигация, МГц
ZALA 421 «Ланцет» «Мерлин-ВР»	433-435	863-873 (0,21) 902-928 (0,21)	1100-1250 (5) 2160-2450 (5) 2520-2550 (5)	1561 1575 1596-1616
«Орлан»	200-450	863-928 (полоса 2, 4; сигнал 0.1, 0.2, 0.25, 0.4)	1080-1300 (10, 14)	«Комета» CRPA
«Орлан М»		960-1050 (2, 4)	2300-2700 (2, 4, 8, 16, 32)	«Комета» CRPA

Supercam S350 (10 полос по 150 кГц, общая полоса 5 МГц)	837-887 (5)	976,5-1222,5 (8)	1572,42
	860-917 (5)	1296-1302 (8)	1575,42
	970-975 (5)	1365-1375 (8)	1602
	1004-1020 (5)	1383-1390 (8)	
Supercam S350 (2 полосы по 4 МГц)	1015-1120 (4+4)	976,5-1222,5 (8)	1572,42
	1124-1132 (4+4)	1296-1302 (8)	1575,42
	1110-1387 (4+4)	1383-1400 (8)	1602

Продолжение таблицы 1

Модель БЛА	Управление, МГц (полоса, МГц)	Телеметрия, МГц (полоса, МГц)	Видео, МГц (полоса, МГц)	Навигация, МГц
«Элерон» (10 полос по 150 кГц, общая полоса 5 МГц)	860-1020 (5)	860-1020 (5)	976,5-1222,5	1572,42 1575,42 1602
«Орион»		890-920 (1)		1572,42 1575,42 1602
«Гранат»		915-928 (12,5)		1572,42 1575,42 1602
«Тахион»		915-920 (5)		1572,42 1575,42 1602
FPV	400-450 700-1050 868 (26) - стандартная частота 915 (26) - стандартная частота 1100-1300 2400-2585		1080-1320 (26) 2400-2500 (26) 4900 (26) 5700-5900 (26)	
DJI	2400-2585 (2 0) 5150-5300 (2 0) 5725-5850 (2 0)			1500 (1550- 1620)
Autel	2400-2585 (2 0, 40) 5150-5300 (2 0, 40) 5725-5850 (2 0, 40)			1500 (1550- 1620)
Autel EVO MAX 4T	850-940 (20, 40) 2400-2483 (2 0, 40) 5150-5250 (2 0, 40) 5725-5850 (2 0, 40)			1200 (1170- 1260) 1500 (1550- 1620)
Спутниковая навигация военного диапазона (GNSS L2)				1200 (1170- 1260) 1227,6 +/-12
Спутниковая навигация гражданского диапазона (GNSS L1)				1500 (1550- 1620) 1575,42 +/-12

Диапазоны частот операторов систем спутниковой навигации (GNSS) представлены на рисунке 11.

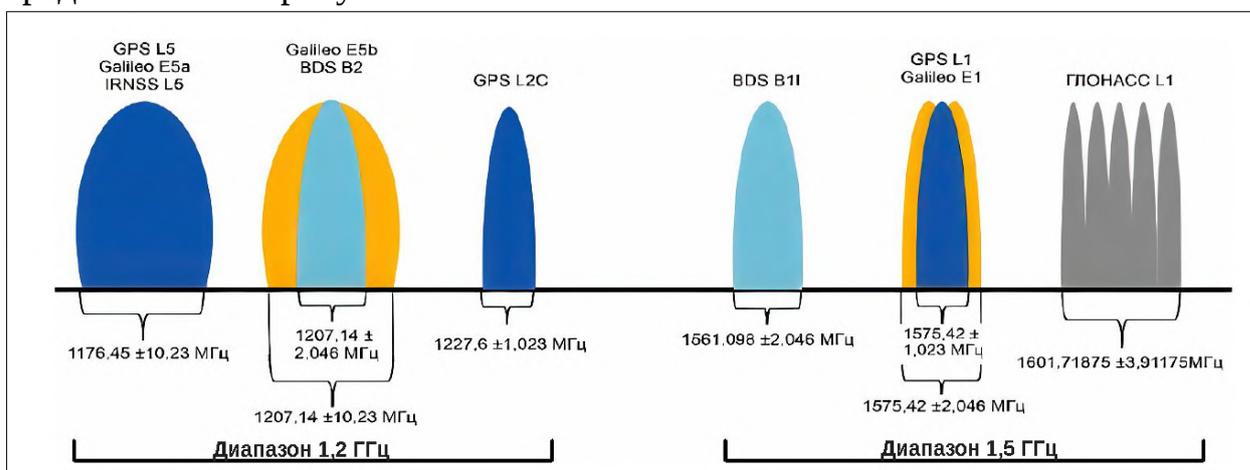


Рисунок 11 – Диапазоны частот операторов систем спутниковой навигации (GNSS)

2.3. Средства электропитания

В полевых условиях часто отсутствует доступ к электроснабжению, поэтому для обеспечения долговременной и бесперебойной работы средств противодействия БЛА необходимо иметь дополнительные источники питания. Такими источниками могут быть:

- переносные генераторы 220 В;
- автомобильные розетки 12 В;
- зарядные станции;
- солнечные панели;
- инверторы;
- дополнительные аккумуляторные блоки;
- пауэрбанки.

Обратите внимание на то, что при наличии дополнительного внешнего аккумуляторного блока антидроновое ружье, его нужно подключить к разъему питания/заряда перед началом работы. Если дополнительный внешний аккумулятор подключить когда встроенный аккумулятор

разрядился, то емкость дополнительного внешнего аккумулятора будет использоваться не только для работы устройства, но и для заряда встроенного аккумулятора, при этом ток отдачи дополнительного внешнего аккумулятора может стать чрезмерно большим, что может привести к повреждению разъема питания и проводов, а также к перегреву как встроенного, так и дополнительного внешнего аккумулятора.

Некоторые модели антидроновых ружей имеют съемные аккумуляторы, поэтому для них осуществляется замена встроенного аккумулятора на дополнительный свежий – как это делается с радиостанциями.

2.4 Средства связи

Связь обеспечивается использованием персональных радиостанций.

Расчет анти-БЛА использует связь для следующих целей:

- связь с соседними подразделениями для получения и / или передачи сообщений об угрозах с неба;
- коммуникация с соседними подразделениями для получения сообщений о запусках своих БЛА;
- взаимодействие внутри расчета и связь с КП по перемещениям по позициям, транспортировке оборудования, подвозу батарей и тому подобное.

2.5 Средства ориентирования на местности

Залогом успешного выполнения любой задачи является наличие средств ориентирования и умение ими пользоваться.

Каждый боец расчета анти-БЛА должен иметь компас и смартфон с установленным картографическим программным обеспечением (DELTA, «Крапива», MilChat, Armor (для Android) и т.д.).

Специальное программное обеспечение позволяет провести предварительную разведку местности еще до выхода на позицию,

запланировать маршруты движения расчета, места сбора и укрытия транспортных средств, расставить или загрузить необходимые объекты и отметки на карте.

2.6 Проверка оборудования

Имея определенное оборудование, необходимо знать его технические характеристики и, что более важно, его реальные возможности.

Для средств обнаружения БЛА необходимо знать следующее:

– дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения БЛА-детектором определенных типов БЛА;

– дистанция (расстояние и/или высота) идентификации БЛА-детектором определенных типов БЛА;

– дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения определенных типов БЛА средствами акустического наблюдения (органы чувств, активные наушники, специальные направленные микрофоны, микрофонные решетки и т.д.);

– дистанция (расстояние и/или высота) идентификации определенных типов БЛА средствами акустического наблюдения (органы чувств, активные наушники, специальные направленные микрофоны, микрофонные решетки и т.д.);

– дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения определенных типов БЛА средствами оптического наблюдения (бинокли, зрительные трубы и т.д.);

– дистанция (расстояние и/или высота) идентификации определенных типов БЛА средствами оптического наблюдения (бинокли, зрительные трубы и т.д.);

– дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения определенных типов БЛА средствами тепловизионного наблюдения (монокуляры, прицелы и т.п.);

– дистанция (расстояние и/или высота) идентификации определенных типов БЛА средствами тепловизионного наблюдения (монокуляры, прицелы и т.п.);

– точность определения направления на определенные типы БЛА различными способами.

Для средств противодействия БЛА необходимо знать следующее:

– максимальная дистанция (расстояние и/или высота) эффективного подавления определенных типов БЛА;

– время работы средств противодействия БЛА на встроенном аккумуляторе с разными нагрузками (с разным количеством включенных каналов подавления);

– время работы средств противодействия БЛА с подключенным дополнительным внешним аккумулятором с разными нагрузками (с разным количеством включенных каналов подавления);

– время работы средств противодействия БЛА до появления ощутимого нагрева оборудования;

– воздействие излучения антидроновое ружья или «купола РЭБ» на электронные устройства на разных расстояниях и направлениях относительно оборудования противодействия БЛА.

Для проверки оборудования необходимо соответствующим образом расположить участников тестирования (БЛА, оператор БЛА (пульт управления), оператор средств обнаружения БЛА, оператор средств противодействия БЛА, наблюдатель(и)).

2.6.1 Проверка средств обнаружения БЛА

Вариант 1. Стандартная проверка (рисунок 12)

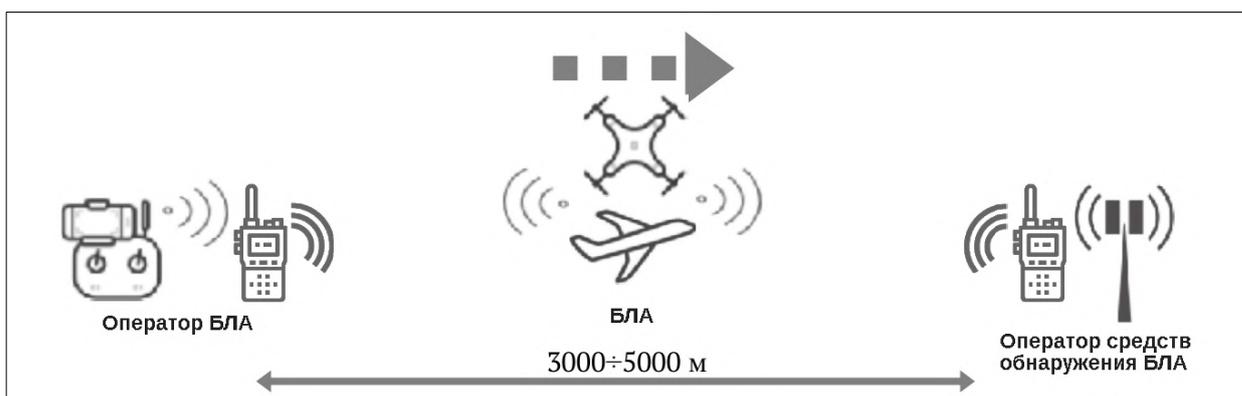


Рисунок 12 – Стандартная проверка средств обнаружения БЛА

– Оператор средств обнаружения БЛА располагается на расстоянии 3000-5000 м от оператора БЛА и общается с ним через радиосвязь.

– Оператор БЛА запускает БЛА на высоте 100 м и отправляет его в сторону расположения оператора средств обнаружения. Между БЛА и оператором БЛА не должно быть препятствий в виде холмов и/или растительности. БЛА должен находиться в прямой видимости оператора БЛА.

– Оператор средств обнаружения БЛА включает свой прибор и сканирует частотный диапазон (частотные диапазоны), на котором (которых) работает БЛА, и записывает наличие или отсутствие сигналов. Подбираются оптимальные направление и поляризация антенны.

– Оператор БЛА периодически сообщает по радиосвязи расстояние от БЛА до себя.

– В ходе приближения БЛА на приборе обнаружения БЛА должен появиться и постепенно увеличиваться сигнал от БЛА.

– После подтверждения оператором средств обнаружения БЛА о получении устойчивого сигнала и возможности идентификации БЛА оператор БЛА возвращает БЛА на точку взлета.

Повторить процедуру для разных значений высоты БЛА.

Такая проверка выполняется со всеми доступными БЛА как квадрокоптерного типа, так и самолетного типа. Максимальная дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения и идентификации определенных типов БЛА записываются для испытанного средства обнаружения БЛА.

Таким же образом выполняется проверка дальности обнаружения различных типов и моделей БЛА акустическими, оптическими и тепловизионными средствами наблюдения.

Вариант 2. Дополнительная проверка (рисунок 13)

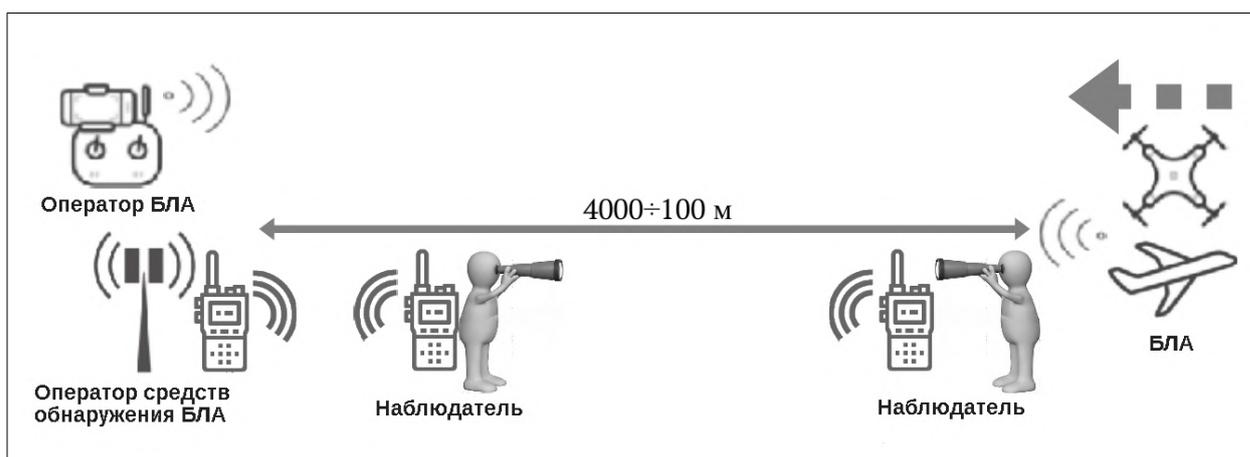


Рисунок 13 – Дополнительная проверка средств обнаружения БЛА

– Оператор средств обнаружения БЛА располагается вместе с оператором БЛА.

– Оператор БЛА устанавливает высоту возврата БЛА домой 100 м и устанавливает режим возврата домой при потере сигнала управления, запускает БЛА на высоте 100 м и отправляет его на расстояние 4000 м от себя. Между БЛА и оператором БЛА не должно быть препятствий в виде холмов и/или растительности. БЛА должен находиться в прямой видимости оператора БЛА.

– Оператор БЛА выключает свой пульт управления, при этом БЛА начинает двигаться на точку взлета.

– Оператор средств обнаружения БЛА включает свой прибор и сканирует частотный диапазон (частотные диапазоны), на котором (которых) работает БЛА, и записывает наличие или отсутствие сигналов. Подбираются оптимальные направление и поляризация антенны.

– Наблюдатель(и) периодически передает по радиосвязи положение БЛА (расстояние до оператора средств обнаружения БЛА) согласно заблаговременно изученным ориентирам.

– В ходе приближения БЛА на приборе обнаружения БЛА должен появиться и постепенно увеличиваться сигнал от БЛА.

– После возвращения БЛА на место взлета оператор БЛА включает свой пульт управления и безопасно сажает БЛА.

Повторить процедуру для различных значений высоты возврата БЛА домой.

Такая проверка выполняется со всеми доступными БЛА как квадрокоптерного типа, так и самолетного типа. Максимальная дистанция (расстояние и/или высота) обнаружения и идентификации определенных типов БЛА записывается для испытанного средства обнаружения БЛА.

Таким же образом выполняется проверка дальности обнаружения и идентификации различных типов и моделей БЛА акустическими, оптическими и тепловизионными средствами наблюдения.

2.6.2. Проверка средств противодействия БЛА

Вариант 1. Стандартная проверка средств противодействия БЛА (рисунок 14)

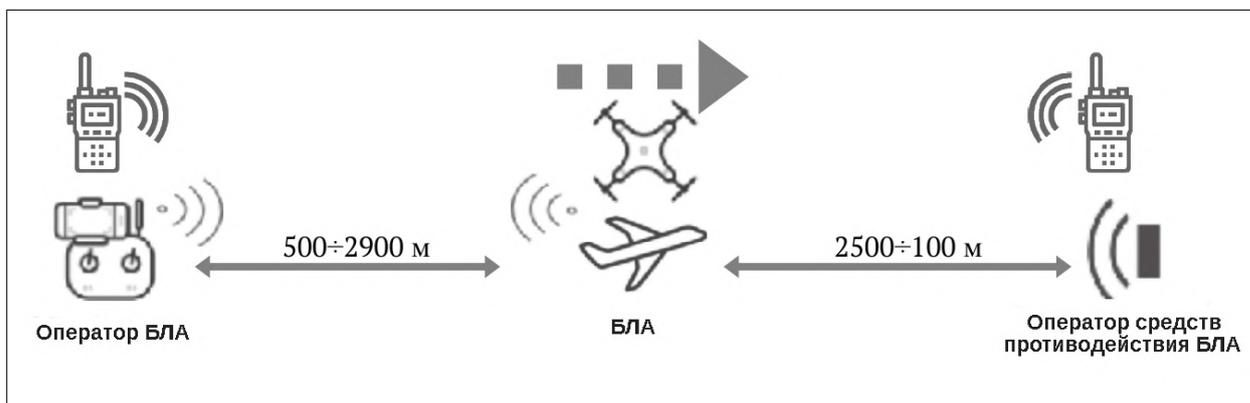


Рисунок 14 – Стандартная проверка средств противодействия БЛА

– Оператор средств противодействия БЛА располагается на расстоянии 3000 м от оператора БЛА и общается с ним через радиосвязь.

– Оператор БЛА запускает БЛА на высоте 100-200 м и отправляет его на расстояние 500 м от себя. Между БЛА и оператором БЛА не должно быть препятствий в виде холмов и/или растительности. БЛА должен находиться в прямой видимости оператора БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА включает подавление сигналов спутниковой навигации и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор БЛА докладывает – исчезли ли сигналы спутников у БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА выключает подавление сигналов спутниковой навигации и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА включает подавление сигналов управления БЛА и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор БЛА докладывает – исчезло ли управление БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА выключает подавление сигналов управления БЛА и сообщает об этом оператору БЛА.

Указанные операции повторяются с увеличением расстояния между БЛА и оператором БЛА, например, 1000, 1500, 2000, 2500, 2900 м.

Такая проверка выполняется со всеми доступными БЛА, как квадрокоптерного типа, так и самолетного типа. Максимальная дистанция (расстояние и/или высота) эффективного подавления определенных типов

БЛА (отдельно для сигналов навигации и для сигналов управления) записывается для испытанного средства противодействия БЛА.

Вариант 2. Дополнительная проверка средств противодействия БЛА (рисунок 15).

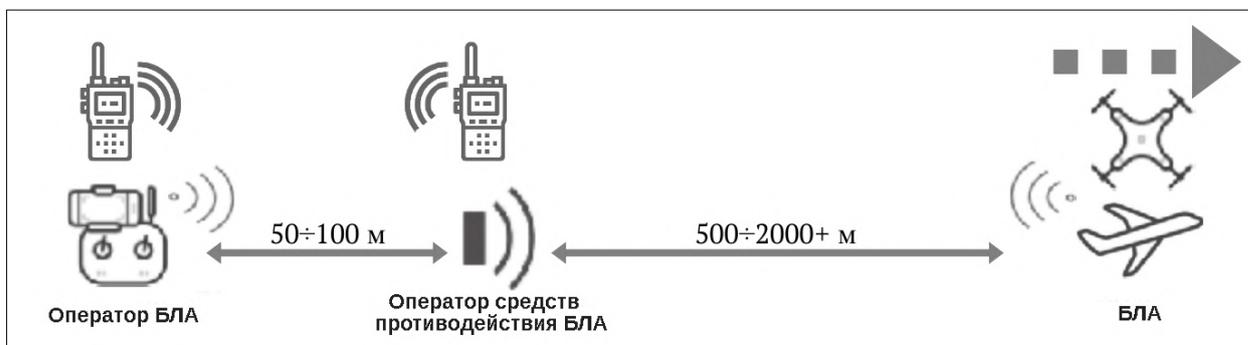


Рисунок 15 – Дополнительная проверка средств противодействия БЛА

– Оператор средств противодействия БЛА располагается перед оператором БЛА на расстоянии 50-100 м и общается с ним через радиосвязь.

– Оператор БЛА запускает БЛА на высоте 100-200 м и отправляет его на расстояние 500 м от оператора средств противодействия БЛА. Между БЛА и оператором БЛА не должно быть препятствий в виде холмов и/или растительности. БЛА должен находиться в прямой видимости оператора БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА включает подавление сигналов спутниковой навигации и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор БЛА докладывает – исчезли ли сигналы спутников у БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА выключает подавление сигналов спутниковой навигации и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА включает подавление сигналов управления БЛА и сообщает об этом оператору БЛА.

– Оператор БЛА докладывает – исчезло ли управление БЛА.

– Оператор средств противодействия БЛА выключает подавление сигналов управления БЛА и сообщает об этом оператору БЛА.

Данные операции повторяются с увеличением расстояния между БЛА и оператором средств противодействия БЛА, например, 1000, 1500, 2000 м.

Такая проверка выполняется со всеми доступными БЛА как квадрокоптерного типа, так и самолетного типа. Максимальная дистанция (расстояние и/или высота) эффективного подавления определенных типов БЛА (отдельно для сигналов навигации и для сигналов управления) записывается для испытанного средства противодействия БЛА.

3 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Расчет анти-БЛА вынужден работать в непосредственной близости к линии соприкосновения, поэтому всегда нужно придерживаться приоритетов, а именно:

Приоритет №1: безопасность личного состава – использование всех имеющихся средств личной защиты, скрытое передвижение, обустройство нескольких мест работы (позиций), маскировка, надежное прикрытие друг друга, проработка путей подхода/ухода и тому подобное.

Приоритет №2: выполнение задачи – грамотное планирование и четкое следование командам и операционным процедурам.

Приоритет №3: сохранение техники – осторожное и безопасное обращение с техническими средствами.

Учитывая специфику работы, следует постоянно помнить об опасностях, которые подстерегают такое особое подразделение. Средства противодействия БЛА излучают очень мощный сигнал, который может быть зафиксирован за много километров, поэтому при использовании средств противодействия БЛА необходимо соблюдать следующие правила:

– не направлять включенное устройство противодействия БЛА антенной на людей, животных и электронное оборудование с расстояния менее 5 метров – возможно нанесение вреда здоровью и повреждению техники. Для мощного «купольного РЭБ», опасное расстояние может быть 10 и более метров. Зона опасного излучения средства противодействия БЛА представлена на рисунке 16;

– не размещать включенное устройство противодействия БЛА типа «сковорода» излучающей частью на поверхность и не прислонять к поверхности – возможно повреждение электронных схем;

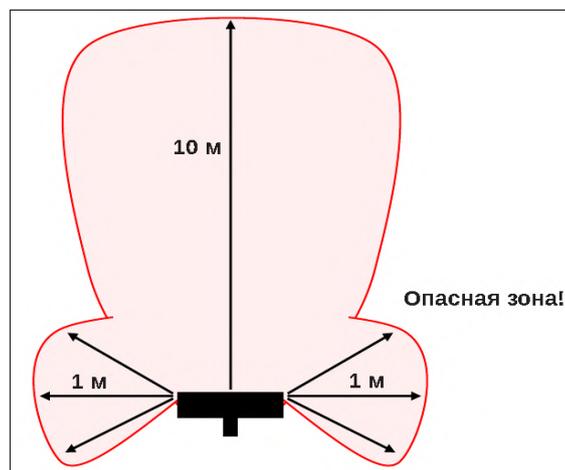


Рисунок 16 – Зона опасного излучения средства противодействия БЛА

– не работать с устройством противодействия БЛА с открытых участков местности, с холмов и зданий – большой риск быть запеленгованным. Работать из углублений (окопов, траншей) или прикрываясь рельефом местности и зданиями (рисунок 17);

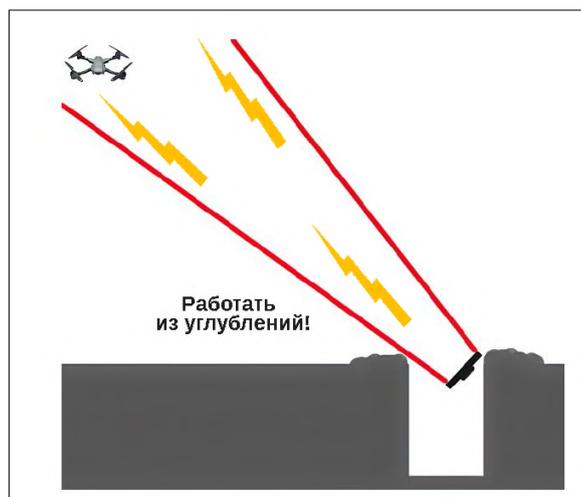


Рисунок 17 – Минимизация заметности работы средства противодействия БЛА

– не допускать критически низкого уровня заряда батареи устройства противодействия БЛА (менее 10%);

– не допускать значительного нагрева корпуса и компонентов устройства противодействия БЛА;

– не располагать и не проносить даже выключенные электронные устройства обнаружения и противодействия БЛА рядом со средствами РЭБ, РЛС и другими излучающими устройствами – возможно безвозвратное повреждение электронных схем устройств обнаружения и противодействия БЛА;

– не включать устройства противодействия БЛА без необходимости – дополнительный риск быть запеленгованным. Использовать устройства противодействия БЛА только при необходимости и только в соответствии с заданием – таким образом вы продлите жизнь устройств и личного состава расчета анти-БЛА.

4 ОПЕРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

4.1 Подготовительная часть

4.1.1 Получение задания

Постановку задачи выполняет командир подразделения, в штате (подчинении) которого находится расчет анти-БЛА.

4.1.2 Планирование выполнения задачи

Командир расчета, получив приказ, проводит планирование выполнения задания и доводит его до всех бойцов расчета и до командира подразделения.

На смартфоны или планшеты загружается карта местности зоны работы расчета, где наносятся расположение позиций расчета, направления работы, потенциальные цели и расположение врага и дружественных подразделений.

4.1.3 Подготовка и проверка технических средств

Имея информацию о задаче, расчет подготавливает и проверяет технические средства, которые будут использоваться для выполнения задачи.

Учитывая то, что большинство технических средств расчета анти-БЛА энергозависимы, в первую очередь проверяется состояние элементов питания всех компонентов, включая личные смартфоны и планшеты.

В случае невозможности использования определенных технических средств из-за повреждения они передаются в ремонт, о чем докладывается командиру расчета.

Проверяется целостность технических средств, а также состояние транспортных контейнеров, чемоданов, рюкзаков и тому подобное.

4.1.4 Выбор и обустройство позиций

Перед выдвиганием на позицию необходимо провести тщательную разведку местности, чтобы выбрать место, которое обеспечит максимальный охват пространства в зоне ответственности. Расчет должен учитывать местность, наличие укрытий, высоту и видимость позиции, доступность позиции для подъезда и выезда техники. Необходимо обеспечить безопасность при перемещении к позиции, чтобы избежать обнаружения противником.

При выборе позиций необходимо учитывать много факторов, среди которых возможности имеющихся технических средств обнаружения и противодействия БЛА. По сути, это реальная, а не гипотетическая дистанция обнаружения БЛА и дистанция эффективного подавления БЛА.

Условия и обстоятельства выбора позиций могут отличаться из-за особенностей направления или других вводных. Соответственно, выбирая позицию, надо учесть:

- секторы обзора и работы;
- какими средствами вы будете работать;
- что и на каких высотах/расстояниях/направлениях вы можете обнаружить и организовать противодействие с учетом местности, застройки, растительности и т.д.;
- откуда могут быть обстрелы;
- расположение надежных укрытий, где в случае опасности можно укрыться;
- где прятать / оставлять технику и транспортные средства.
- пути и последовательность срочного ухода в случае непредвиденного ухудшения боевой ситуации.

Обустройство позиций должно происходить еще до начала какой-либо активной деятельности расчета в данной зоне. Оно предполагает

использование или создание временных укрытий и их маскировку. Особенно следует иметь в виду то, что оборудование для противодействия БЛА может ощутимо нагреваться и может быть видно в тепловизор с большого расстояния как с земли, так и с воздуха, поэтому необходимо принять меры для теплового экранирования такого оборудования. Аналогично нужно позаботиться о подобной маскировке автотранспорта, двигатель и колеса которого будут теплыми еще долгое время после остановки, даже зимой.

При работе в населенных пунктах с многоэтажной застройкой лучше использовать господствующие высоты, если нужна достаточная дальность работы. Но следует помнить, что господствующие высоты – легкая и пристрелянная цель для противника, соответственно надо более тщательно готовить укрытия и пути отхода.

Если необходимо работать из зданий, нужно постоянно менять свое расположение – это уменьшит риск быть запеленгованным по радиоизлучению, но надо быть внимательным при передвижениях, чтобы вас не было заметно визуально, к тому же есть опасность попасть под многочисленные обломки от попадания снарядов по зданиям.

Работая в паре, оператор обнаружения БЛА и оператор противодействия БЛА располагаются на расстоянии не менее десяти метров по фронту друг от друга. Это обусловлено двумя факторами: обеспечение выживания подразделения при обстреле и невозможность работы чувствительного БЛА-детектора наряду с мощным излучением средств противодействия БЛА.

4.1.5. Маскировка

При обустройстве позиции расчет должен учитывать требования маскировки, чтобы максимально снизить возможность обнаружения противником. Важно обеспечить защиту от наблюдения с воздуха, например, используя натуральные укрытия, лесополосы, дома или навесы, которые в

свою очередь не должны перекрывать секторы работы средств противодействия БЛА. Также необходимо обеспечить тщательную маскировку техники и оборудования, используя маскирующие средства, например, масксетки, листья, снег, ветки и тому подобное.

Маскировка должна быть подготовлена и применена в соответствии с местными условиями. Расчет должен проверить маскировку позиции с разных направлений и с высоты, чтобы убедиться в эффективности маскировки. Кроме того, маскировка должна постоянно поддерживаться и обновляться в соответствии с изменением окружающей среды.

Важно! Никогда открыто не показывайте антидроновое ружье, какого бы цвета или формы оно ни было! Всегда имейте при себе маскирующую накидку-сетку и накрывайте себя и антидроновое ружье! При использовании БЛА с FPV-наведением и БЛА, сбрасывающих боеприпасы, враг может применять тактику удаленного наблюдения за БЛА-приманкой. Соответственно, если вы подавляете БЛА-приманку, другой БЛА-наблюдатель может вас обнаружить и передать ваши координаты для поражения имеющимися средствами. Поэтому всегда считайте, что враг вас видит и всегда маскируйтесь как от визуального наблюдения, так и от наблюдения с помощью тепловизионных камер на тех же «Орланах».

4.1.6. Организация связи

Для налаживания связи с соседними подразделениями, командир расчета или свободные бойцы группы обеспечения устанавливают связь с другими подразделениями, которые расположены в зоне работы средств обнаружения и противодействия БЛА, подключаются к их радиосетям и получают радиостанции или прописывают их каналы связи в свои радиостанции, а также обмениваются радиопозывными. Главное – это своевременное взаимоинформирование.

Взаимодействие внутри расчета происходит с помощью всех средств, которые возможно использовать в текущих условиях: голосовые сообщения, жестовые или световые знаки, радиосвязь, мобильная связь и тому подобное.

В радиоэфире никогда не должно звучать ничего похожего на «Птичка в небе», «крыло на 12», «Наш коптер», «работаю» и тому подобное. Какая бы связь ни использовалась, в привычку должно войти использование таблицы кодирования. Таблица должна постоянно обновляться. Это ответственность командира расчета.

Любое сообщение должно передаваться с учетом того, что его может услышать противник, цель которого – найти и убить. Не стоит упрощать ему задачу. Всегда помни – противник подслушивает.

4.2 Выполнение задачи

После выдвижения на заданную точку расчет сразу приступает к обнаружению БЛА, параллельно обустривая позиции и устанавливая оборудование. В любой момент расчет должен быть готов к выполнению задачи по противодействию БЛА. На этом этапе необходимо обеспечить постоянный мониторинг воздушного пространства в зоне ответственности всеми бойцами расчета, используя все доступные средства: БЛА-детекторы, акустические, оптические, ночные и тепловизионные средства наблюдения.

4.2.1. Обнаружение БЛА

В зависимости от конфигурации оборудования и от поставленной задачи, оператор средств обнаружения БЛА может либо проводить периодический мониторинг частот БЛА, выходя для этого из укрытия, либо постоянно работать по обнаружению и/или сопровождению БЛА.

Важно! Мониторинг пространства с целью обнаружения БЛА необходимо осуществлять не только в направлении врага, но и на все стороны, включая свой тыл и верхнее полушарие. Это обусловлено тактикой

врага атаковать с разных направлений. Современная тактика использования барражирующих боеприпасов типа «Ланцет» предполагает также атаку вертикально сверху для уменьшения заметности подлета БЛА.

Для обнаружения БЛА работают все бойцы расчета, используя свои органы чувств и имеющиеся технические средства (радиочастотные, акустические, оптические, тепловизионные приборы и т.д.).

Оператор средств обнаружения БЛА координирует обнаружение воздушных целей, идентифицирует и сопровождает их, поддерживает связь с соседними подразделениями и при необходимости дает ориентировку оператору противодействия БЛА.

Ввиду того, что большинство БЛА используют радиосвязь со своим оператором, обнаружить БЛА легче именно по его радиоизлучению, чем визуально или по звуку, поэтому не ждите характерного жужжания, а сразу приступайте к мониторингу БЛА-детектором. Учитывая ограниченное количество БЛА типа Mavic и постепенное насыщение наших подразделений средствами РЭБ, противник осуществляет наблюдение за нашими позициями с расстояния примерно один-два километра, используя мощную оптику квадрокоптеров. Соответственно, вы никак не увидите и не услышите вражеские БЛА, но благодаря БЛА-детектору, вы будете четко знать о его присутствии в определенном направлении.

Для обнаружения БЛА с помощью БЛА-детектора следует сначала включить предустановки (набор предварительных настроек) «РЭБ», поскольку он содержит, кроме всех диапазонов БЛА, еще и диапазоны навигации. Изучите обстановку во всех частотных диапазонах, во всех направлениях и высотах, а также с вертикальной и горизонтальной поляризацией.

Через несколько секунд работы БЛА-детектора на спектрограмме можно будет увидеть постоянные (стационарные) помехи – это могут быть

средства РЭБ, базовые станции мобильных операторов, точки доступа Wi-Fi, постоянно работающие ретрансляторы, частоты самовозбуждения оборудования и тому подобное. Эти помехи и частоты записываются оператором средств обнаружения БЛА, чтобы в дальнейшей работе их игнорировать.

Для уменьшения воздействия помех, которые могут отвлек оператора средств обнаружения БЛА, необходимо в зоне работы расчета анти-БЛА минимизировать использование подвижных приборов с Wi-Fi и Bluetooth вроде смартфонов с раздачей мобильного интернета через Wi-Fi, тепловизоров с Wi-Fi, фитнес-браслетов с Bluetooth, метеостанций и тому подобное. При этом стационарные точки доступа Wi-Fi не будут отвлекать внимание оператора, потому что их сигнал постоянный по мощности и направлению. Такие точки доступа, БЛА-детектор может «видеть» за несколько сотен метров, даже если они расположены внутри зданий (рисунок 18).

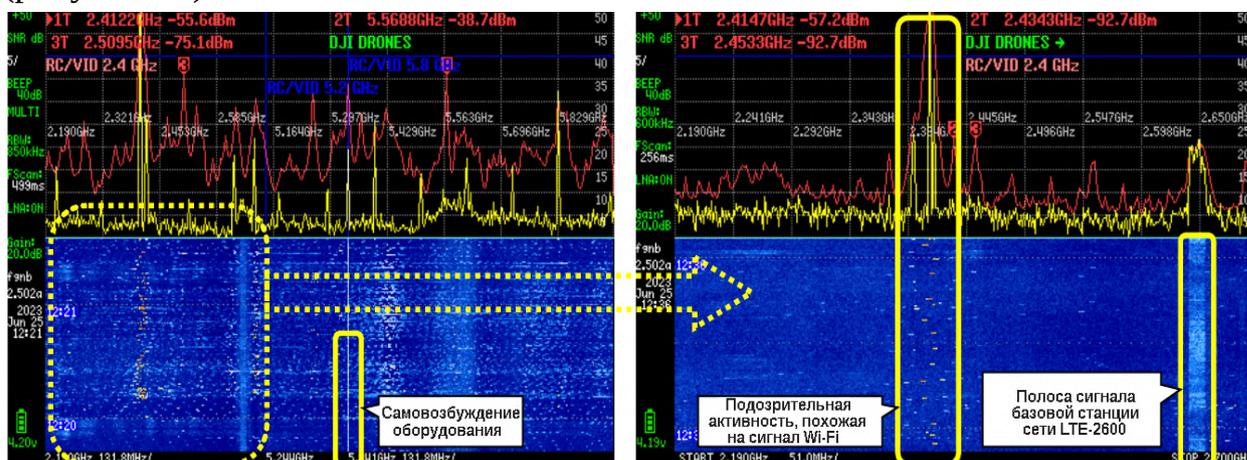


Рисунок 18 – Пример стационарных помех – сеть LTE-2600 и самовозбуждение оборудования

Необходимо держать подальше от БЛА-детектора электронные устройства вроде ноутбуков, мобильных телефонов и смартфонов – они

создают большие помехи в широком спектре частот, даже с выключенными радиомодулями GSM, 3G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth.

Необходимо ограничить пользование радиостанциями рядом с БЛА-детектором. Мощное излучение передатчика радиостанции «ослепляет» приемник БЛА-детектора. При включении передачи на радиостанции БЛА-детектор не сможет принимать слабые сигналы и будет показывать отсутствие сигнала. Если оператор средств обнаружения БЛА лично пользуется радиостанцией, на период ведения передачи необходимо относить БЛА-детектор на вытянутую руку, направив антенной в противоположную сторону от радиостанции. Графическое изображение помех от электронных устройств и радиостанций представлено на рисунке 19.

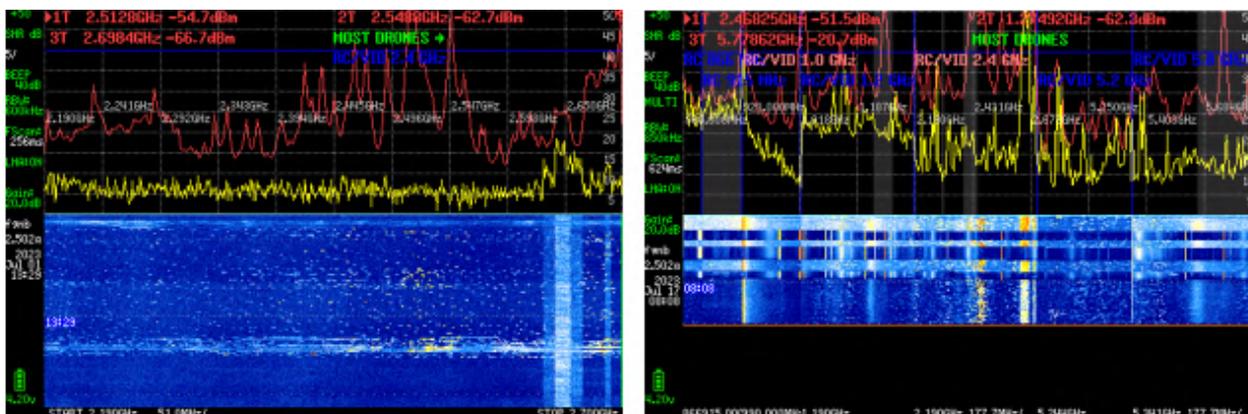


Рисунок 19 – Помехи от смартфона (слева) и помехи от радиостанции (справа)

Появление на частотах мониторинга резкого и характерного увеличения уровня сигнала (всплеск) и характерных белых/желтых/красных полос на спектрограмме, подпадающей под известный шаблон, означает появление БЛА (рисунок 20, 21) или включение РЭБ в зоне работы расчета.

В таком случае оператор средств обнаружения БЛА делает доклад (донесение) согласно установленному порядку.

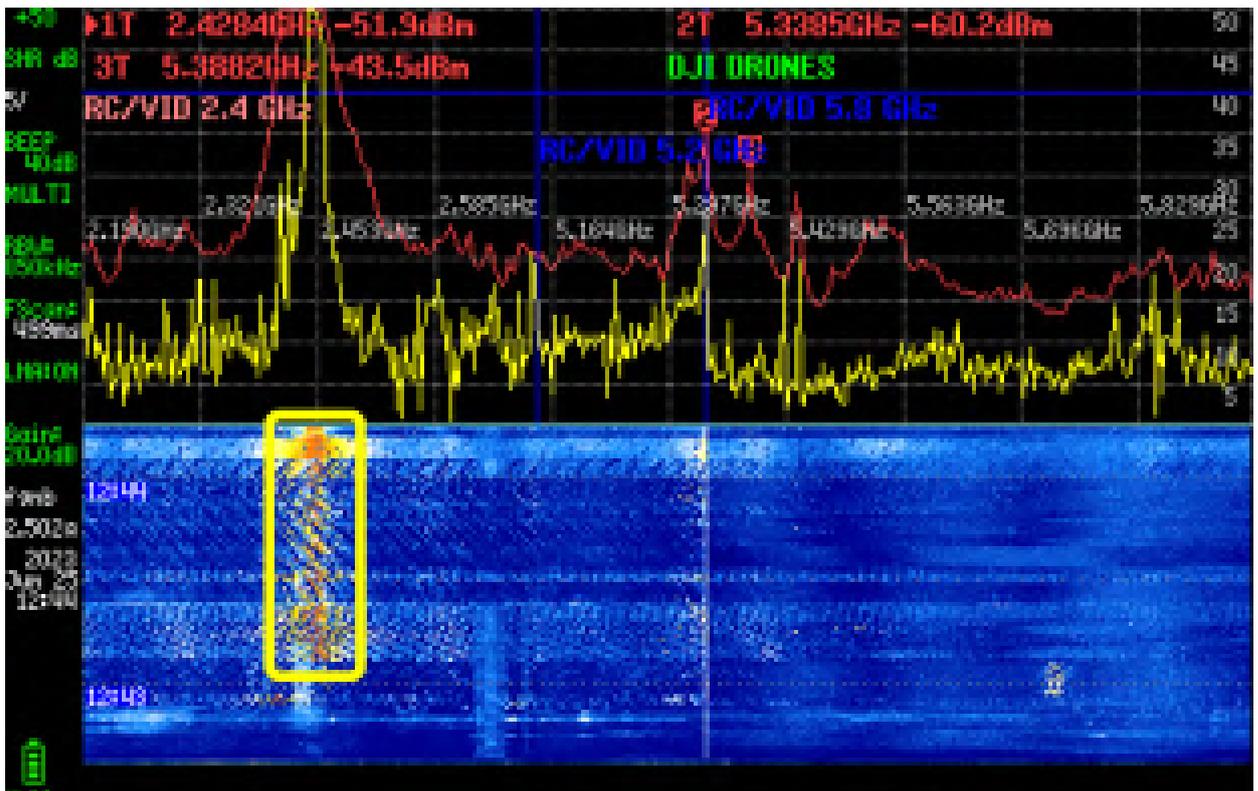


Рисунок 20 – Появление сигнала от БЛА в диапазоне 2,4 ГГц

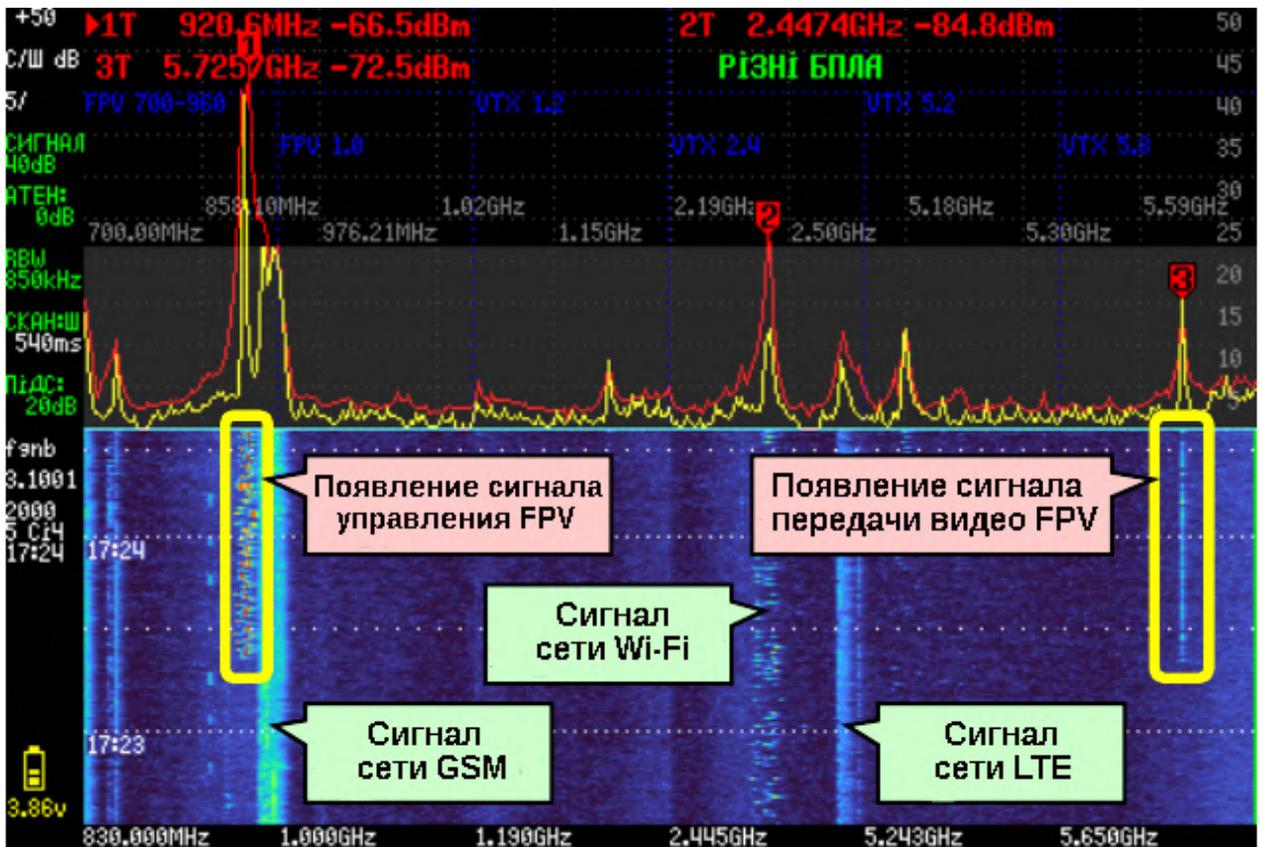


Рисунок 21 – Появление сигналов от БЛА (FPV-дрон) на частоте 915 МГц (сигнал управления) и на частоте 5,725 ГГц (передача видео)

Важно! При обнаружении подозрительного сигнала оператор средств обнаружения БЛА может развернуть на весь экран отдельный диапазон частот, где появился сигнал, для более детального его изучения. Но нельзя увлекаться наблюдением сигнала на одном частотном диапазоне, нужно периодически включать предустановки «разные БЛА» для контроля по всем диапазонам, по всем направлениям и высотам, а также с вертикальной и горизонтальной поляризацией. Например, если в диапазоне 2,4 ГГц был замечен сигнал от квадрокоптера DJI, этот квадрокоптер может с большого расстояния вести наблюдение за работой ударного БЛА с FPV-наведением, который работает на частоте 400-1100 МГц и может внезапно прилететь с другой стороны.

Учитывая то, что большинство современных БЛА работают с радиоканалом в режиме ППРЧ (псевдослучайная перестройка рабочей частоты), на дисплее БЛА-детектора всплески от БЛА будут быстро прыгать

по частоте, а на спектрограмме будут отображаться характерные черточки (рисунок 22).



Рисунок 22 – Отображение ППРЧ сигнала от БЛА

(Дополнительно смотрите видео <https://www.youtube.com/shorts/XруоокXnwW0>)

Уровень сигнала и расстояние до БЛА

Соответствие цветов уровню сигнала для всех цветовых схем спектрограммы (рисунок 23):

Отсутствие сигналов (шум)	Слабый уровень	Средний уровень	Высокий уровень	Очень высокий уровень
	TURBO			
	VIRIDIS			
	PLASMA			
	INFERNO			
	MAGMA			
	TINYSA			

Рисунок 23 – Уровень сигнала и расстояние до БЛА

Для всех цветовых схем красный или желтый цвета означают высокий уровень сигнала.

Чтобы понять, какой сейчас уровень сигнала, и, соответственно, приблизительно определить дистанцию до БЛА, можно ориентироваться на отображение спектрограммы. Если уровень сигнала от БЛА очень слабый, и вокруг нет других мощных источников сигналов, анализатор спектра автоматически увеличивает усиление, при этом начинают «вытягиваться» шумы, что на спектрограмме выглядит как более светлый фон, при этом

сигнал от БЛА будет слабоконтрастным (бледным). Пример графического изображения представлен на рисунке 24.

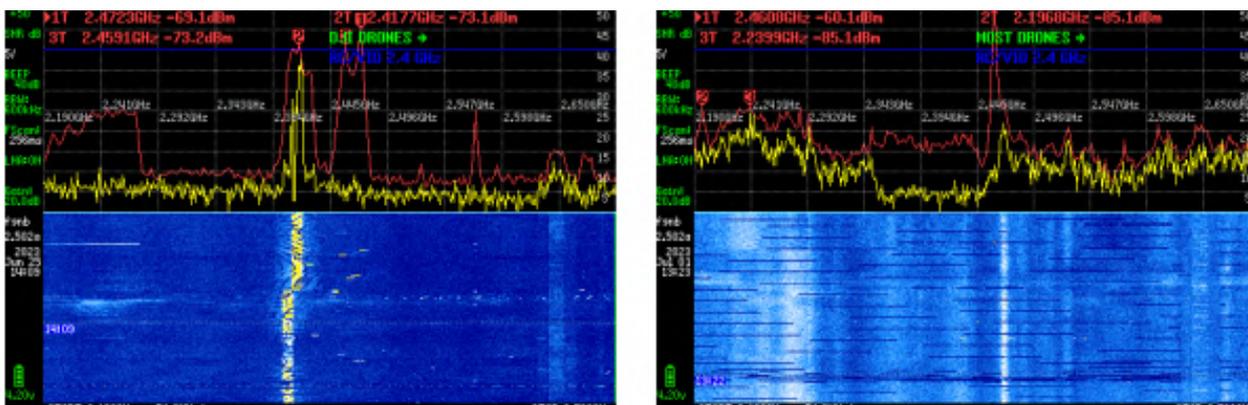


Рисунок 24 – Пример отображения сильного и слабого сигнала от БЛА (квадрокоптер DJI) (слева – дистанция 500 метров, справа – дистанция 4000 метров)

Важно! Рост уровня сигнала от БЛА свидетельствует о его приближении, сделайте доклад и примите меры предосторожности.

На предельных расстояниях обнаружения БЛА очень важную роль играет высота антенны и/или БЛА-детектора над землей – подъем антенны с поверхности земли на высоту человеческого роста уже может кардинально улучшить прием слабых сигналов.

Определение направления на БЛА

Для быстрого определения направления на БЛА необходимо резко поворачивать БЛА-детектор с направленной антенной влево или вправо на 90° и вверх-вниз и сравнивать интенсивность (яркость) сигнала на спектрограмме. Наибольшая яркость указывает приблизительное направление (пеленг) на БЛА. Точность определения направления с антенной-треугольником составляет примерно 60°. Для сопровождения БЛА необходимо периодически поворачивать БЛА-детектор влево-вправо в пределах определенного сектора и корректировать направление по максимальной интенсивности (яркости) сигнала на спектрограмме (рисунок 25).

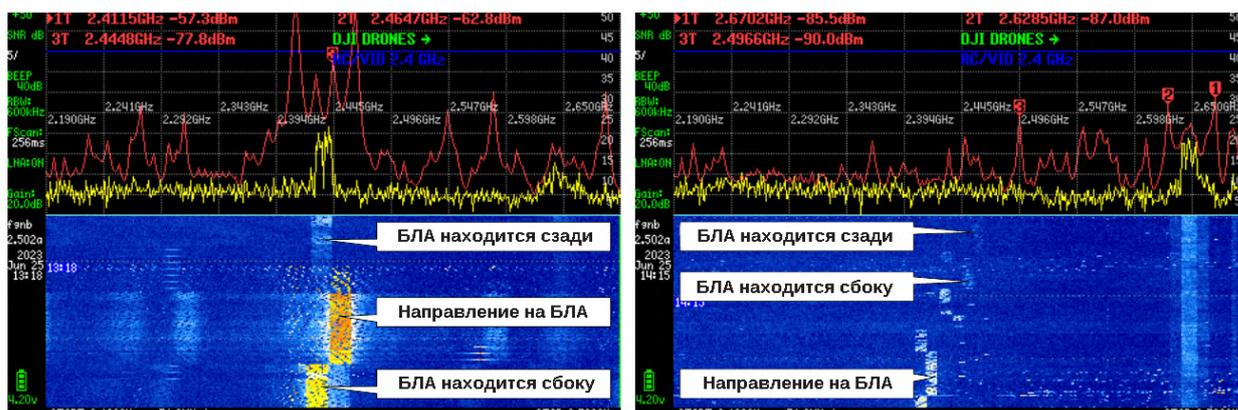


Рисунок 25 – Поиск направления на БЛА – наблюдение изменения интенсивности сигнала на спектрограмме

В случае нахождения в воздухе нескольких БЛА на дисплее будет несколько всплесков с разными амплитудами и шириной полосы частот, в зависимости от типов БЛА, расстояний и направлений на них (рисунок 26).

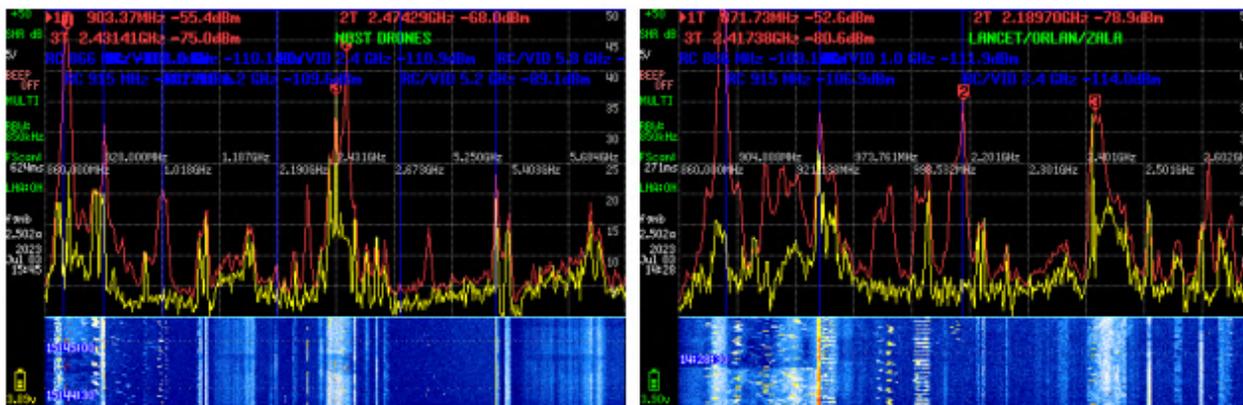


Рисунок 26 – Примеры обстановки на участке с большой активностью в воздухе

Дополнительные возможности для оператора обнаружения БЛА

Обращаем ваше внимание на то, что с помощью БЛА-детектора возможно и нужно также обнаруживать работу средств РЭБ – как враждебного, так и дружественного. Работа средств РЭБ проявляется как увеличение мощности радиосигнала в широкой полосе (полосах) в отличие от отдельных всплесков, как в случае обнаружения БЛА.

Кроме того, БЛА-детектор на базе анализатора спектра может обнаруживать работу многих типов радиостанций в соответствующих

диапазонах частот. Аналоговые радиостанции можно прослушивать, подключив активные наушники или активную акустическую систему к БЛА-детектору и включив соответствующую опцию в меню.

Грамотно анализируя показания БЛА-детектора, можно получить много полезной информации. Например, если врагом была устроена постоянная помеха на частоте 1,5 ГГц (спутниковая навигация), но вдруг эта помеха на некоторое время исчезает – это может означать, что на данном участке противник будет использовать свои БЛА, которым нужен GPS/ГЛОНАСС. Такими БЛА могут быть разведывательные БЛА, БЛА корректировки артиллерии, барражирующие боеприпасы типа «Ланцет», «Куб-БЛА» и тому подобное.

4.2.2. Противодействие БЛА

Если расчету поставлена задача противодействия вражеским БЛА, оператор средств противодействия БЛА работает по указаниям оператора обнаружения БЛА (командира расчета).

Все действия с техническими средствами противодействия БЛА должны озвучиваться, чтобы расчет был готов к вероятным соответствующим действиям противника в случае пеленгации излучения и попытке найти и уничтожить личный состав и технику расчета.

Для противодействия БЛА оператор использует заранее подготовленные технические средства, учитывая все меры безопасности.

Рекомендуется использовать средства противодействия БЛА только, когда установлен визуальный контакт и оператор может контролировать реакцию БЛА на подавление.

Конечно, в случае необходимости подавить БЛА-корректировщик, который был обнаружен с помощью БЛА-детектора и находится на большом расстоянии, необходимо пытаться его обезвредить для прекращения прицельного артиллерийского обстрела со стороны врага.

При обнаружении цели оператором средств обнаружения БЛА он фиксирует направление на объект, уточняет в дружественных подразделениях принадлежность БЛА и в случае неопределенной принадлежности передает данные оператору средств противодействия БЛА. Командир расчета определяет возможность поражения цели, учитывая дистанцию до нее и другие обстоятельства, и дает команду оператору средств противодействия БЛА, который начинает работу с техническими средствами по указанному направлению, взяв угол подъема антидроновое ружья на 20° от горизонта на дистанции до цели более 500 м и 30°-45° на дистанции менее 500 м. Учитывая подсказки оператора средств обнаружения БЛА, оператор средств противодействия БЛА включает те или иные каналы подавления, которые соответствуют частотным диапазонам обнаруженного БЛА. В случае отсутствия точной информации о частотных диапазонах обнаруженного (обнаруженных) БЛА оператор средств противодействия БЛА включает все каналы подавления.

Следует заметить, что в случае прямой видимости БЛА (в данном случае речь идет о БЛА типа DJI, Autel и подобных) есть возможность определить его принадлежность «свой/чужой», выполняя следующий алгоритм подавления:

– Включить подавление частот управления и не включать подавление частот навигации (1,5 ГГц).

– Если в вашем месте не установлена постоянная помеха для частот навигации и если на вражеском БЛА не установлено оборудование для постановки помех сигналам GPS, то он при потере сигнала управления должен автоматически возвращаться «к дому».

Необходимо наблюдать, в каком направлении квадрокоптер начнет двигаться: если в сторону врага – это точно вражеский БЛА, если в нашу сторону – это (может быть) свой БЛА.

В случае движения БЛА в сторону врага – немедленно включить подавление частот навигации для принудительной остановки и посадки БЛА.

Во время работы средств противодействия БЛА оператор обнаружения БЛА в случае невозможности использования БЛА-детектора из-за мощного излучения («ослепление» приемника БЛА-детектора), переключается на аудио-визуальное наблюдение и вместе с другими бойцами расчета, осуществляет контроль БЛА, который (ые) находится под действием средств противодействия БЛА, а также обнаруживает возможные другие БЛА.

В случае отсутствия визуального наблюдения за БЛА, который (ые) находится под действием средств противодействия БЛА, после минуты непрерывной работы антидроновым ружьем по полученному направлению ружье выключается, после чего оператор средств обнаружения БЛА проводит новый поиск цели с помощью БЛА-детектора, таким образом корректируя работу оператора противодействия БЛА. Это необходимо потому, что, потеряв управление, БЛА может быть ощутимо снесен ветром, и таким образом может выйти из зоны поражения средствами противодействия БЛА. Такой алгоритм «минута работы антидронного ружья – внесение корректуры» применяется к приземлению БЛА, или к исчезновению сигнала от БЛА.

В зависимости от выбранного режима работы средств противодействия БЛА и возможностей самого БЛА оператор может заставить БЛА:

- зависнуть, или пойти на посадку, или лететь по неконтролируемой траектории со сносом ветром (подавление сигналов управления и навигации);
- покинуть зону противодействия (в случае использования усилителей сигнала на БЛА и пульте и профессиональной работы оператора БЛА).

После отработки средствами противодействия БЛА расчету необходимо изменить позицию или переместиться в укрытие, чтобы предотвратить поражение из-за пеленгования средств противодействия БЛА.

Во время работы средств противодействия БЛА (антидроновое ружье, «купольного РЭБ» и т.п.), оператор средств противодействия БЛА должен регулярно (ежеминутно) контролировать параметры электропитания (остаток емкости батареи) и температуру приборов, не допуская критического разряда батареи и перегрева корпуса и электронных схем. В случае насущной необходимости (завершение выполнения задания, нападение БЛА и т.п.) допускается работа средств противодействия БЛА с критическим разрядом батареи и/или критическим нагревом оборудования, но при этом надо заметить, что такая работа может привести к уменьшению ресурса оборудования или к дальнейшему выходу его из строя. Командир расчета должен расставлять приоритеты между выполнением задачи и сохранением оборудования для будущих задач.

Работа оператора средств противодействия БЛА в составе пехотного подразделения

Работая в штате основного подразделения, оператор средств противодействия БЛА обустраивает себе позиции на 100-200 метров позади контролируемой зоны и включает свое оборудование, пользуясь указаниями наблюдателей, которые находятся на передовых НП и сообщают о местонахождении БЛА, его тип, направление движения БЛА и результат работы средств противодействия БЛА. Информация передается в закодированном виде, например:

«Первый», я «второй», примите сообщение, прием.

Я «первый», на связи, прием (достаёт таблицу кодировок).

«Первый», я «второй», пять синих лисичек, как понял, прием.

Я «первый», понял тебя, пять синих лисичек, прием.

(В этом примере «синий» – название ориентира, «лисичка» – тип БЛА, «пять» – направление движения или отсутствие движения).

Обращаем внимание на то, что наблюдатели не должны докладывать о обнаруженных БЛА, когда они находятся над ними – для радиоразведки врага это будет означать получение координат НП. Доклад должен быть в случае нахождения БЛА над территорией, где отсутствуют дружественные подразделения.

Порядок работы оператора средств противодействия БЛА с антидроновым ружьем

– Получив сообщение о появлении БЛА (место, направление, высота, возможно, тип БЛА), оператор средств противодействия БЛА занимает позицию по направлению на БЛА, учитывая свою защищенность от обнаружения и поражения.

– По карте определяется примерное расстояние до БЛА и возможность применения средств противодействия БЛА на таком расстоянии.

– Находясь в укрытии, оператор средств противодействия БЛА и другие бойцы осуществляют визуальное и слуховое наблюдение.

– В случае принятия решения на применение средств противодействия БЛА оператор средств противодействия БЛА включает все каналы подавления антидронового ружья и вместе с другими бойцами пытается увидеть БЛА, по которому работает антидроновое ружье.

– В случае визуального обнаружения БЛА оператор средств противодействия БЛА начинает один за другим выключать каналы подавления управления, следуя за реакцией БЛА. При этом подавление канала навигации (диапазон 1,5 ГГц) не выключается.

– Если при выключении определенного канала подавления БЛА через несколько секунд начинает движение не по ветру, а по командам своего оператора – необходимо сразу включить этот канал подавления.

– Оператор средств противодействия БЛА отключает другие каналы подавления управления, если они не влияют на БЛА – для экономии заряда аккумулятора и для предотвращения перегрева антидроновое ружья.

– Если заряда аккумулятора достаточно для длительного удержания БЛА под воздействием, необходимо продолжать подавлять БЛА пока он не приземлится, выполняя алгоритм безопасной посадки при отсутствии приема сигналов навигации и управления или в связи с разрядом своего аккумулятора.

Если оператор средств противодействия БЛА имеет БЛА-детектор, он самостоятельно проводит обнаружение БЛА. Во время работы антидроновое ружья БЛА-детектор перемещается в место, которое не попадает под излучение антидроновое ружья.

4.3 Уход с позиции

После выполнения задачи расчет должен быстро и безопасно покинуть позицию. Важно сохранить маскировку и не оставлять следов своего присутствия – для возможности в будущем использовать уже подготовленные позиции.

При оставлении позиции необходимо проверить свое оборудование и вещи, чтобы не оставить ничего ценного.

После выхода с позиции необходимо обеспечить безопасность расчета и техники при транспортировке к месту дислокации или к следующему месту работы. Расчет должен использовать маскировочные меры и планировать маршрут, чтобы избежать обнаружения противником.

После использования технических средств обнаружения и противодействия БЛА сразу проведите необходимую техническую проверку, зарядку и обслуживание устройств, чтобы гарантировать их готовность к следующему использованию.

5 ПОРЯДОК РАБОТЫ С БЛА-ДЕТЕКТОРОМ НА БАЗЕ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА «TINYSA ULTRA» С ПРОШИВКОЙ ВЕРСИИ V3. 2. 0

5.1 Описание

БЛА-детектор предназначен для заблаговременного обнаружения БЛА и других объектов радиоизлучения на большой дистанции (рисунок 27).

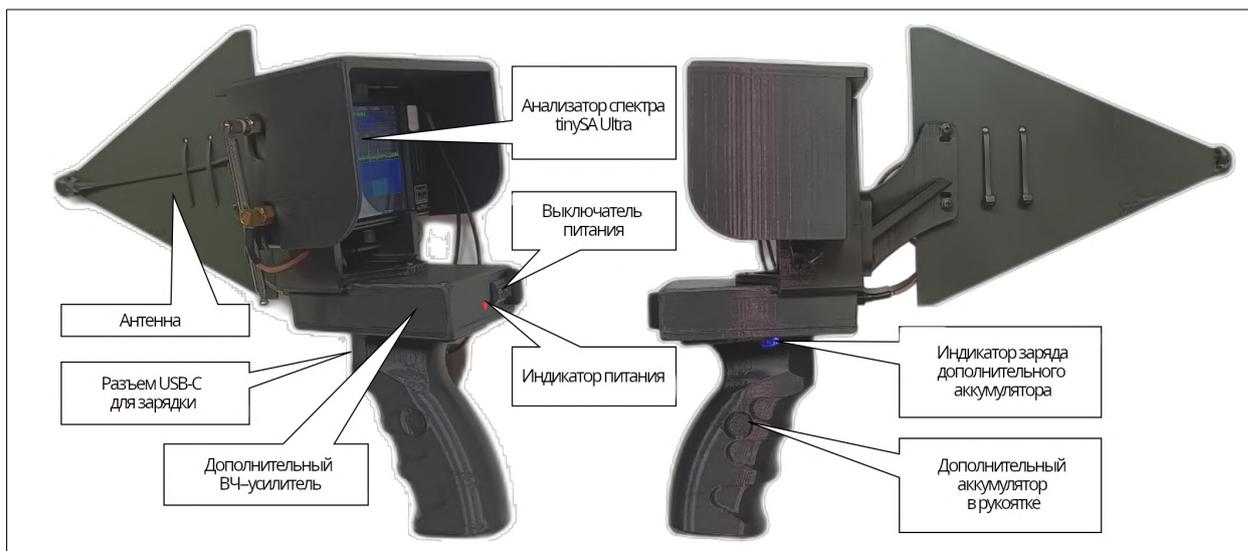


Рисунок 27 – БЛА-детектор в сборе (реальный внешний вид может отличаться от показанного на рисунках)

БЛА-детектор состоит из следующих компонентов:

Стандартная комплектация:

- анализатор спектра «tinySA Ultra со встроенным аккумулятором»;
- антенна направленная «треугольник»;
- дополнительный ВЧ-усилитель с усилением 20 дБ (опционально 30 дБ или 40 дБ);
- дополнительный аккумулятор, вмонтированный в рукоятку держателя;
- кабель коаксиальный от антенны к ВЧ-усилителю (смонтирован);
- кабель коаксиальный от ВЧ-усилителя к анализатору спектра (смонтирован);

- кабель USB-C для питания анализатора спектра (смонтирован);
- стилус на резиновой веревке;
- пластиковый или металлический держатель;
- кейс для хранения и транспортировки;
- заглушка для разъема калибровки анализатора спектра;
- кабель коаксиальный для калибровки анализатора спектра;
- кабель USB-C для зарядки БЛА-детектора и для программирования анализатора спектра (для опытных специалистов);
- антенна телескопическая. Может использоваться для кругового мониторинга.

Дополнительно могут поставляться:

- наружный блок свето-звуковой сигнализации;
- кабель аудио с разъемами TRS 3,5 мм для подключения активных наушников;
- антенна ненаправленная вседиапазонная штыревая с магнитным основанием и кабелем;
- антенна узконаправленная «волновой канал» («уагі») с кабелем.

БЛА-детектор представляет собой пассивный приемник, который не имеет никаких излучений и, соответственно, не может быть обнаружен и запеленгован средствами РЭР.

Анализатор спектра «tinySA Ultra» — это прибор для отображения радиосигналов в пределах частотного диапазона 100 кГц – 6000 МГц. Соответственно, такое устройство может отображать радиосигналы от всех известных БЛА, средств РЭБ, радиостанций, Wi-Fi устройств и тому подобное.

Максимальная дальность обнаружения БЛА данным БЛА-детектором зависит от многих условий (высота полета БЛА, мощность передатчиков БЛА, высота антенны или БЛА-детектора над землей, тип антенны, наличие

дополнительного ВЧ-усилителя, присутствие препятствий в виде рельефа местности, застроек, лесных насаждений и т.д.) и составляет:

– для БЛА квадрокоптерного типа, которые находятся на высоте 50-500 м, – от 1 км до 5 км (с использованием направленной антенны);

– БЛА самолетного типа, которые находятся на высоте 1000-5000 м, – от 10 км до 30 км (с использованием направленной антенны).

Данная модель БЛА-детектора пока не имеет возможности автоматической идентификации БЛА, весь анализ информации осуществляется оператором, который определяет характерные радиочастотные излучения по заблаговременно изученным шаблонам спектров излучения сигналов для различных моделей БЛА. Оператор средств обнаружения БЛА должен пройти соответствующее обучение по пользованию таким прибором и определению моделей БЛА по их шаблонам спектров излучения сигналов.

5.2 Правила пользования

При работе с БЛА-детектором необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не размещайте антенну рядом с передающими антеннами и никогда не прикасайтесь к антенне (каким-либо) металлическим предметам во избежание повреждения электронных компонентов статическим электричеством!

2. Не оставляйте устройство под прямым воздействием солнечных лучей или другого теплового излучения из-за возможности повреждения пластиковых деталей.

3. Не подвергайте устройство воздействию дождя или влаги. Защищайте (накрывайте) устройство в случае использования во время дождя или снегопада.

4. Избегайте попадания пыли и копоти на поверхности устройства. В случае загрязнения поверхностей очистите прибор сухой и мягкой тряпкой или салфеткой.

5. Перед использованием и во время работы периодически контролируйте заряд аккумуляторов: встроенного – в анализатор спектра и дополнительного – в держателе. На полностью заряженном встроенном аккумуляторе при плюсовой температуре анализатор спектра может работать от 2 до 6 часов – в зависимости от выбранной яркости дисплея. В составе дрон-детектора, где присутствует дополнительный аккумулятор, суммарное время работы увеличивается и составляет соответственно от 6 до 20 часов.

6. Периодически проверяйте затяжку разъемов коаксиальных кабелей. При закручивании разъемов не применяйте чрезмерных усилий.

7. Периодически обращайтесь внимание на надпись «+50 С/Ш dB» или «+100 С/Ш dB» в верхнем левом углу дисплея – если он красного или розового цвета, необходимо выполнить калибровку анализатора спектра для улучшения качества работы устройства. Для калибровки соедините коротким коаксиальным кабелем, имеющимся в комплекте, разъемы анализатора спектра «CAL» и «RF», после чего перейдите в меню: «Настройки» > «Еще» > «калибровать» > «калибровать радио». Дождитесь успешного окончания процедуры. После калибровки указанная надпись будет белого цвета при включенном автоматическом масштабе отображения или зеленого цвета при ручном масштабе.

8. Направленная антенна в большинстве случаев должна быть ориентирована вертикально (вертикальная поляризация), но периодически нужно осуществлять мониторинг с горизонтально ориентированной антенной (горизонтальная поляризация). Положение антенны показано на рисунке 28.



Рисунок 28 – Вертикальная поляризация антенны (слева) и горизонтальная поляризация антенны (справа)

9. Выполняя поиск направления на источник сигнала, следует иметь в виду, что точность определения направления с треугольной логопериодической или прямоугольной рупорной антенной составляет примерно 60° , с антенной типа «волновой канал» – примерно 10° - 20° .

10. Для работы с закрытых позиций к БЛА-детектору можно подключить выносную штыревую антенну (например, автомобильную).

11. Ненаправленная штыревая антенна должна быть направлена вертикально вверх.

12. Дальность обнаружения БЛА увеличивается при подъеме антенны и / или БЛА-детектора выше над землей (если это можно реализовать).

5.3 Снаряжение

Перед использованием БЛА-детектором, необходимо предварительно правильно настроить анализатор спектра в соответствии с рекомендуемыми основными настройками, которые приведены в таблице 2. Учитывая ваш опыт и предпочтения, вы можете осуществлять другие настройки по вашему усмотрению и под вашу ответственность.

Таблица 2 – Рекомендуемые основные настройки анализатора спектра БЛА-детектора

Снаряжение	Значение	Расположение в меню	Примечание
Яркость	100%	Главное меню > Экран	Установить максимальную яркость дисплея 100% (также смотри раздел 5.14.)
Автоматическое затемнение	Выключено	Главное меню > Экран	Отключить автоматическое уменьшение яркости дисплея (также смотри раздел 5.14.)
Маркеры частоты	3	Снаряжение	Установить количество маркеров максимумов сигнала
Спектрограмма	Размер: Большая Палитра: Inferno	Снаряжение	Включить спектрограмму, выбрать размер «большой» и выбрать палитру: «Turbo» – для отображения всех сигналов <или> «Inferno» – для подчеркивания мощных сигналов
Звуковой сигнал	<input checked="" type="checkbox"/>	Снаряжение	Включить звуковой сигнал (Также см. раздел 5.14.) Выбрать необходимый уровень громкости. Выбрать комфортную частоту бипера (по умолчанию 1760 Гц)
Решетка частоты	<input checked="" type="checkbox"/>	Снаряжение	Включить отображение сетки и значения частоты
Названия диапазонов	<input checked="" type="checkbox"/>	Снаряжение	Включить имена диапазонов
Уровень тревоги	40.0 dB	Снаряжение	Установить пороговый уровень тревоги-горизонтальная синяя линия (также смотри раздел 5.14.)
Масштаб графиков	Авто	Снаряжение	Установить автоматический масштаб отображения
Встроенный МШП	<input checked="" type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>	Настройки > Еще	Включить встроенный ВЧ-усилитель-для комплектации с дополнительным ВЧ-усилителем 20 дБ (также смотри раздел 5.5.) <или> Выключить встроенный ВЧ-усилитель-для комплектации с дополнительным ВЧ-усилителем 40 дБ
Коэф. внешнего МШП	20.0 dB	Настройки > Еще	Указать усиление внешнего ВЧ-усилителя (зависит от модели)
Калибровка радио	<input checked="" type="checkbox"/>	Настройки > Еще > Калибровать	Запустить калибровку радиотракта

Продолжение таблицы 2

Снаряжение	Значение	Расположение в меню	Примечание
Откалибровать экран		Настройки > Еще > Калибровать	Выполнить калибровку сенсорного экрана
Время	гг-хх-сс	Настройки > Еще > Установить дата и время	Установить правильное время (часы-минуты-секунды)
Дата	рр-мм-дд	Настройки > Еще > Установить дата и время	Установить правильную дату (год-месяц-день)
Время затухания максимума	10 сек	Настройки > Еще > внутренние настройки	Скорость убывания пиков (красная линия)
Время реакции уровня шума	5 сек	Настройки > Еще > внутренние настройки	Скорость адаптации к окружающей среде
Время отклика шкалы	10 сек	Настройки > Еще > внутренние настройки	Скорость перестройки масштаба отображения
Отображать порог шума	<input type="checkbox"/>	Настройки > Еще > внутренние настройки	Отключить отображение значений минимумов уровней
Отображение диапазонов	Равномерно	Настройки > Еще > внутренние настройки > отображение диапазонов	Отображение диапазонов одинакового размера
Развертывание	<input checked="" type="checkbox"/>	Настройки > Еще > внутренние настройки > отображение диапазонов	Включить функцию масштабирования

5.4 Технические характеристики

Технические характеристики БЛА-детектора на базе анализатора спектра «tinySA Ultra» с прошивкой версии v3. 2. 0 представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики БЛА-детектора на базе анализатора спектра «tinySA Ultra»

Параметр	Характеристики
Модель	DD-TU1 – базовая модель; DD-TU1S – со встроенным бипером; DD-TU1M – с металлическими деталями держателя; DD-TU1SM – со встроенным бипером и металлическими деталями держателя.
Максимальная дальность обнаружения БЛА квадрокоптерного типа, которые находятся на высоте 50-500 м	От 1 до 5 км (с использованием направленной антенны)
Максимальная дальность обнаружения БЛА самолетного типа, которые находятся на высоте 1000-5000 м	От 10 до 30 км (с использованием направленной антенны)
Точность определения направления на БЛА	<ul style="list-style-type: none"> • Ненаправленная штыревая антенна: невозможно определить направление; • Направленная логопериодическая антенна: примерно 60°; • Узконаправленная антенна «волновой канал»: примерно 10°-20°.
Частотный диапазон анализатора спектра	100 кГц – 6000 МГц
Частотный диапазон генератора	100 кГц – 800 МГц(синус), 100 кГц – 4400 МГц (меандр)
ВЧ-усилитель в анализаторе спектра	Частотный диапазон: 100 кГц – 4000 МГц Усиление: снижается от 20 дБ на 100 кГц до 6 дБ на 4000 МГц
Дополнительный ВЧ-усилитель	Частотный диапазон: 10 МГц – 6000 МГц Усиление: может быть 20 или 30 или 40 дБ (также смотри раздел 6.3.) Максимальный уровень входного сигнала: 33 дБм @ 1 ГГц (2 Вт)
Диагональ дисплея	10 см / 3,95", 480×320 пикселей
Время работы от батареи	<ul style="list-style-type: none"> • 8 часов (на встроенном в анализатор спектра аккумуляторе) • 16 – 20 часов (с дополнительной батареей)
Питание	<ul style="list-style-type: none"> • Встроенный в анализатор спектра аккумулятор Li-Polymer 3000 мАч • Дополнительный аккумулятор Li-Ion ≥6000 мАч

Параметр	Характеристики
Ток потребления (анализатор + усилитель)	<ul style="list-style-type: none"> • 495 мА от USB-C (яркость дисплея 100%); • 395 мА от USB-C (яркость дисплея 6%)
Зарядное устройство	5 В (USB-C)
Световая индикация	<ul style="list-style-type: none"> • Питание от дополнительного аккумулятора; • Заряд дополнительного аккумулятора; • Зарядка анализатора спектра
Звуковая индикация	Встроенный бипер: зуммер при появлении сильного сигнала, который превышает заданный пороговый уровень (модели DD-TU1S, DD-TU1SM)
Разъемы	<ul style="list-style-type: none"> • Антенна – SMA Female • Калибровка – SMA Female
Аудио выход	Аналоговый, линейный, TRS 3,5 мм (для подключения активных наушников или активной акустической системы)
Комплектная карта памяти	MicroSD 32 ГБ
Материал держателя	Пластик PLA или PET /PETG (модели DD-TU1, DD-TU1S) Пластик + металл (модели DD-TU1M, DD-TU1SM)
Рабочая температура	-10°C – +40°C
Рабочая влажность	≤85%
Цвет корпуса	Черный / камуфляж
Габаритные размеры	320×140×260 мм
Вес	640-800 г – пластиковый держатель (зависит от материала) 975 г – пластиковый держатель с металлическими деталями

5.5 Замечания по диапазону 5,8 ГГц

Анализатор спектра «tinySA Ultra» имеет низкую чувствительность в диапазоне 5,8 ГГц. Поиск сигналов в этом диапазоне возможен только при наличии качественного внешнего ВЧ-усилителя, что, в свою очередь, все равно не гарантирует дальнего обнаружения БЛА.

При сканировании диапазона 5,8 ГГц рекомендуем временно отключить встроенный ВЧ-усилитель – пункт меню «Настройки > Еще > встроенный МШП», это избавит от дополнительных помех, которые вносит встроенный ВЧ-усилитель в этом диапазоне.

5.6 Органы управления анализатора спектра «tinySA Ultra»

Органы управления анализатора спектра «tinySA Ultra» представлены на рисунке 29.

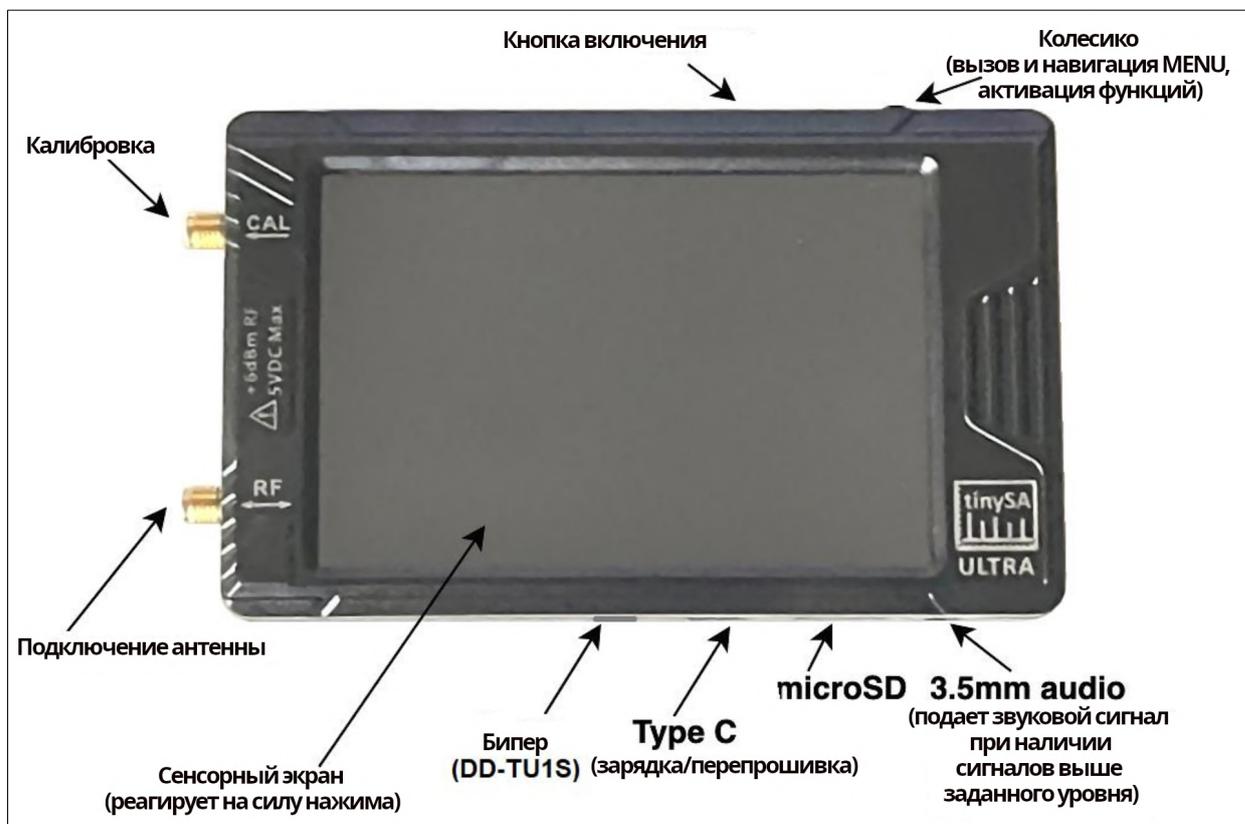


Рисунок 29 – Органы управления анализатора спектра «tinySA Ultra»

Обратите внимание на то, что сенсорный экран реагирует именно на нажатия, а не на прикосновения. Соответственно, нужно нажимать на экран стилусом, ногтем, пальцем или другим неострым предметом.

5.7 Включение, контроль питания и зарядка

БЛА-детектор имеет двойное питание: встроенный аккумулятор анализатора спектра и дополнительный аккумулятор в рукоятке держателя. Дополнительный аккумулятор используется для питания дополнительного ВЧ-усилителя и для продления времени работы анализатора спектра.

5.7.1 Включение

Сначала включите питание от дополнительного аккумулятора клавишным выключателем – загорится красный индикатор слева от переключателя. Если индикатор не засветился – еще раз выключите и включите переключатель для перезапуска контроллера дополнительного аккумулятора. После включения питания от дополнительного аккумулятора включите анализатор спектра выключателем на его верхней панели.

Иногда наблюдается блокировка контроллера дополнительного аккумулятора, что проявляется в невозможности включить его клавишным выключателем, даже если вы уверены, что дополнительный аккумулятор заряжен. В этом случае подключите зарядное устройство к разъему USB-C на передней стороне рукоятки для перезапуска контроллера дополнительной батареи.

5.7.2 Контроль питания

Обратите внимание на то, что дополнительный аккумулятор питает анализатор спектра, то есть, при включенном питании от дополнительного аккумулятора анализатор спектра постоянно подзаряжается и работает не на своем встроенном аккумуляторе, а именно на дополнительном аккумуляторе. Соответственно, дополнительный аккумулятор разрядится первым, при этом аккумулятор, встроенный в анализатор спектра, скорее всего, еще будет иметь высокий уровень заряда.

На правой стороне рукоятки есть отверстие для контроля заряда дополнительного аккумулятора, которое состоит из четырех голубых индикаторов. Во время работы индикаторы будут уменьшаться слева направо. Каждый индикатор это 25% заряда. Когда дополнительная батарея включена с помощью клавишного выключателя, синие индикаторы светятся постоянно, а после выключения светятся еще примерно 10-30 с. Периодически проверяйте индикатор заряда.

Если светится только один голубой индикатор, необходимо зарядить дополнительный аккумулятор БЛА-детектора.

Если последний голубой индикатор мигает – это означает, что заряда дополнительного аккумулятора почти не осталось.

Если не светится ни один голубой индикатор и красный индикатор – дополнительный аккумулятор БЛА-детектора разрядился. При этом перестает работать дополнительный ВЧ-усилитель, а анализатор спектра работает на его встроенном аккумуляторе. Это нормальное состояние при длительной работе БЛА-детектора без возможности его зарядки. В таком случае можно некоторое время пользоваться анализатором спектра только на его встроенном аккумуляторе. Для этого переключите антенный кабель от входа дополнительного усилителя к нижнему разъему анализатора спектра. Все функции БЛА-детектора будут работать, но за отсутствием дополнительного ВЧ-усилителя, чувствительность и, соответственно, дальность обнаружения БЛА будет чуть меньшими в диапазонах 600-900 МГц и 2.4 ГГц и значительно меньшими в диапазонах 5.2 ГГц и 5.8 ГГц.

Если в вашей комплектации использован дополнительный ВЧ-усилитель на 40 дБ, встроенный усилитель (МШП) должен быть выключен в настройках. Соответственно, при прямом подключении антенны к анализатору спектра будет необходимо включить встроенный МШП в меню настроек анализатора спектра (смотри раздел 5.3.). После восстановления заряда дополнительного аккумулятора и восстановления обычного подключения кабелей не забудьте снова выключить встроенный МШП в меню настроек анализатора спектра. Контролируйте заряд встроенного аккумулятора анализатора спектра по пиктограмме в нижнем левом углу дисплея (рисунок 30).

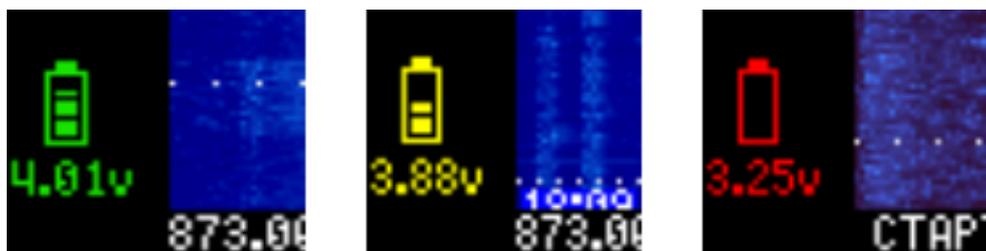


Рисунок 30 – Пиктограмма заряда аккумулятора средства анализа спектра

Подключение антенны напрямую к средству анализа спектра показано на рисунке 31.

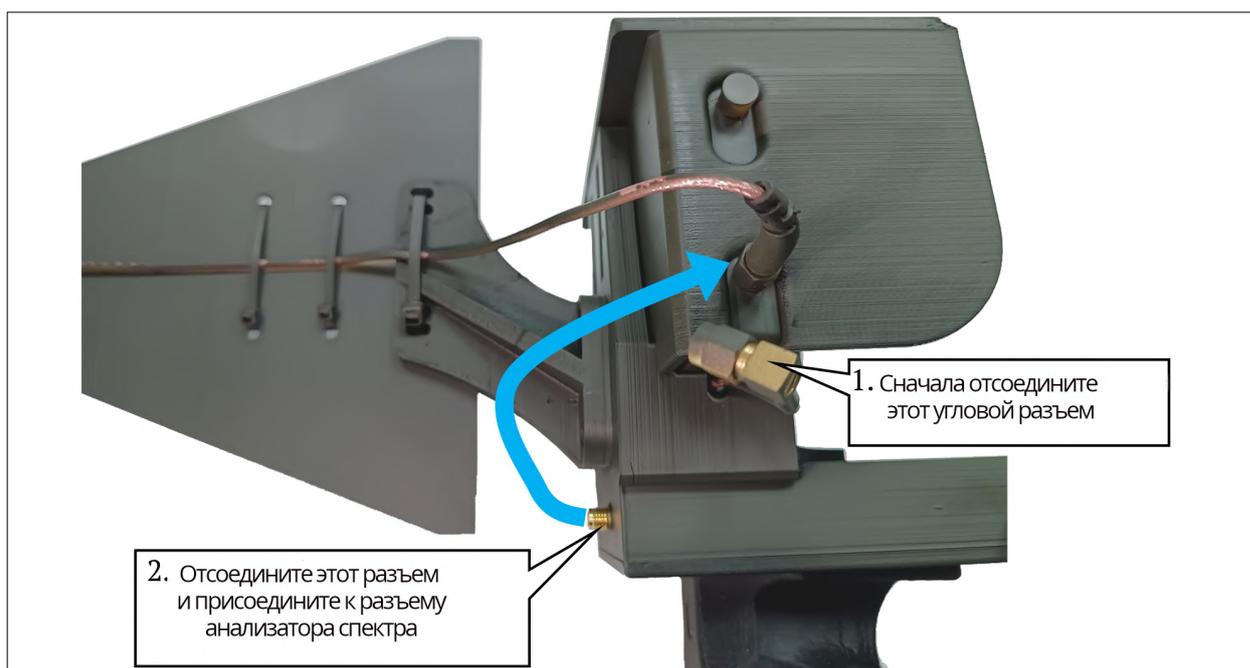


Рисунок 31 – Подключение антенны напрямую к средству анализа спектра

Максимально аккуратно подключайте и отключайте разъемы к БЛА-детектору! Антенные разъемы не рассчитаны на прикладывание больших усилий и требуют ровного и плавного накручивания.

5.7.3 Зарядка аккумулятора

Для зарядки БЛА-детектора подключите зарядное устройство с напряжением 5 В к разъему USB-C на передней стороне рукоятки, при этом голубые индикаторы дополнительного аккумулятора будут мигать справа

налево. После полного заряда все четыре индикатора будут светиться постоянно.

Во время зарядки дополнительного аккумулятора, обязательно включите питание БЛА-детектора клавишным выключателем для того, чтобы также заряжался встроенный аккумулятор анализатора спектра. Зарядка этого аккумулятора сопровождается свечением красного индикатора на верхней панели анализатора спектра. После полного заряда этот индикатор погаснет.

После окончания зарядки дополнительного аккумулятора и встроенного аккумулятора анализатора спектра отключите питание БЛА-детектора клавишным выключателем. Также всегда выключайте этот клавишный выключатель, когда БЛА-детектор не используется, поскольку даже если анализатор спектра выключен, заряд дополнительного аккумулятора расходуется на питание дополнительного ВЧ-усилителя.

5.8 Выбор режима работы

После включения анализатора спектра можно выбрать необходимый диапазон частот для поиска определенных типов БЛА в соответствии с заданием.

Специальная прошивка анализатора спектра имеет так называемые «пресеты» (предустановки) – предустановленные диапазоны частот с понятными названиями для удобства обнаружения радиосигналов от различных устройств (БЛА, радиостанций, мобильных телефонов, Wi-Fi приборов, средств РЭБ, сетей мобильных операторов GSM/3G/4G и т.д.). Предустановки могут включать в себя набор из нескольких диапазонов частот, или один диапазон частот. Пользователь может создать несколько собственных предустановок с одним диапазоном частот, а также может создать с набором диапазонов частот.

Если была выбрана предустановка с набором диапазонов – нажатие в верхней части дисплея на один из диапазонов развернет его на всю ширину экрана, повторное нажатие вернет к многодиапазонному отображению.

Для обнаружения БЛА с помощью БЛА-детектора следует сначала включить предустановку «различные БЛА» и изучить обстановку во всех частотных диапазонах возможной работы БЛА, во всех направлениях и высотах, а также с вертикальной и горизонтальной поляризацией.

Через несколько секунд работы БЛА-детектора на спектрограмме можно будет увидеть постоянные (стационарные) помехи – это могут быть сигналы базовых станций мобильных операторов, точки доступа Wi-Fi, постоянно работающие ретрансляторы, самовозбуждение оборудования и тому подобное. Эти помехи и частоты записываются оператором средств обнаружения БЛА, чтобы в дальнейшей работе их игнорировать.

Для быстрого определения направления на БЛА необходимо резко поворачивать БЛА-детектор с направленной антенной влево или вправо на 90° и вверх-вниз – оператор находит сектор с наибольшим уровнем сигнала, это и есть приблизительное направление (пеленг) на БЛА. Точность определения направления с подобным БЛА-детектором составляет примерно 60°. Если есть время и возможность – можно уточнить направление на БЛА, медленно вращая БЛА-детектор в пределах определенного сектора и наблюдая незначительные изменения интенсивности сигнала на спектрограмме.

5.9 Элементы отображения на дисплее

Ниже приведены основные элементы отображения на дисплее (рисунок 32).

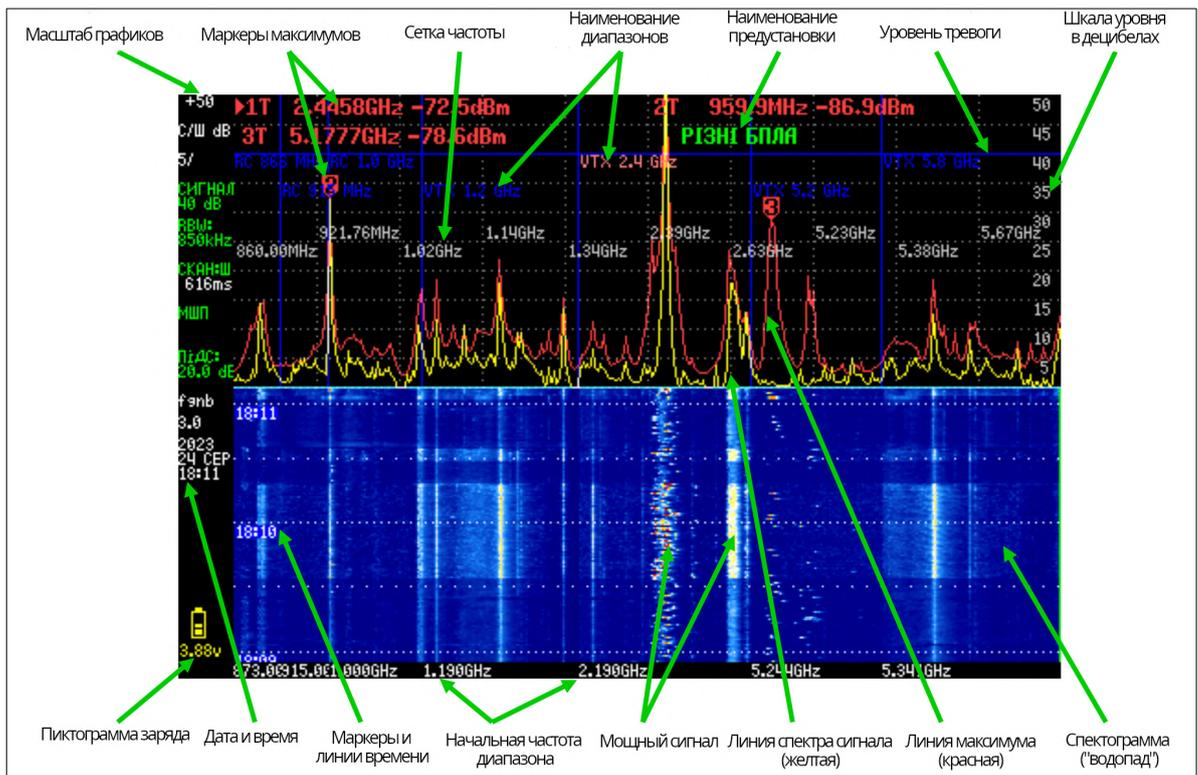


Рисунок 32 – Основные элементы отображения на дисплее (прошивка версии v3.0.0.0)

Зоны масштабирования на дисплее представлены на рисунке 33.

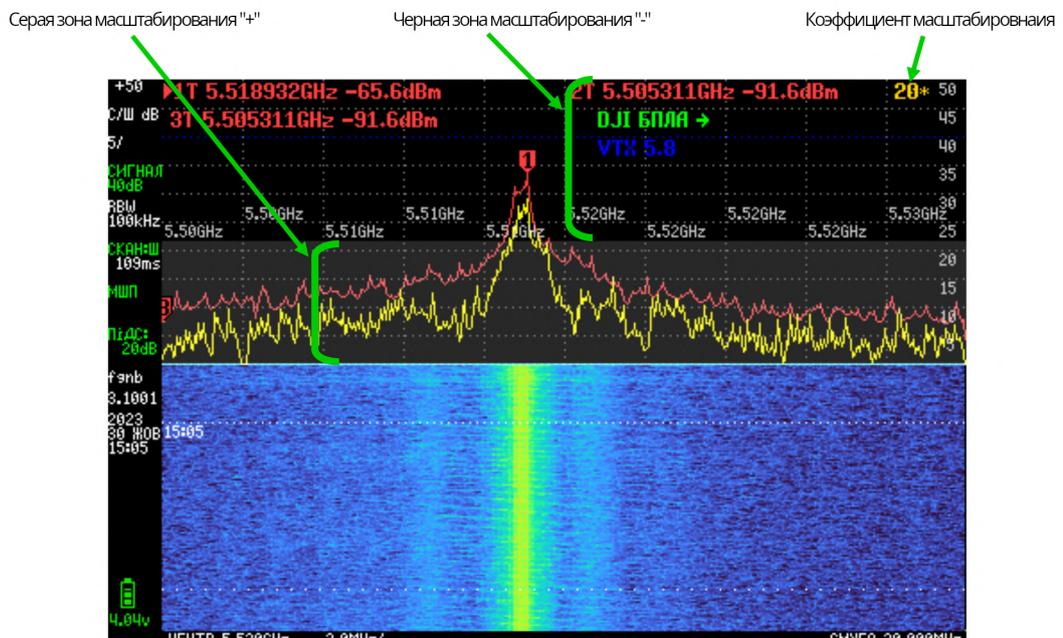


Рисунок 33 – Зоны масштабирования на дисплее (прошивка версии от v3.1.0)

Кроме обозначенных на рисунках элементов отображения, на дисплее в левой части также отображаются:

- «Сигнал 40 dB» зеленым цветом – включена звуковая сигнализация (40 dB-порог).
- «Сигнал выключен» розовым цветом – выключена звуковая сигнализация.
- «Скан:III XXXms» скорость сканирования текущей предустановки.
- «МШП» зеленым цветом – включен встроенный ВЧ-усилитель.
- «Підс: 20 dB" зеленым цветом – уровень усиления внешнего ВЧ-усилителя.
- «SD» зеленым цветом – вставлена карта microSD (на скриншотах не отображено).

5.10 Функция масштабирования

Начиная с прошивки версии v3.1.0, в анализаторе спектра появилась функция масштабирования, которая «растягивает» определенный участок спектра и спектрограммы и позволяет в деталях рассмотреть необходимый сигнал для его изучения и идентификации.

В зависимости от ширины полосы выбранного диапазона, максимальный коэффициент масштабирования может быть разным. Коэффициент масштабирования может иметь значения x5, x20, x100, x500, x2000, x10000. Коэффициент масштабирования отображается в верхнем правом углу дисплея желтым цветом для прошивки версии v3.1.0 или в верхнем левом углу дисплея зеленым цветом для прошивки версии v3.2.0. Вы можете свободно комбинировать ручное и автоматическое масштабирование.

5.10.1 Способ 1 – ручное масштабирование

Для увеличения масштабирования участка с интересующим вас сигналом коснитесь стилусом по всплеску сигнала в пределах серой зоны

дисплея. Для уменьшения масштабирования коснитесь стилусом над всплеском сигнала в пределах черной зоны дисплея.

Рекомендуем сначала развернуть нужный диапазон на всю ширину экрана, нажав на диапазоне в верхней части дисплея, – это позволит более точно попасть стилусом по всплеску сигнала.

Для быстрого выхода из режима масштабирования выберите любую предустановку в меню.

После выключения и включения анализатора спектра выбранное масштабирование не сохраняется.

Примеры ручного масштабирования сигналов с различными центральными частотами представлены на рисунках 34-36).

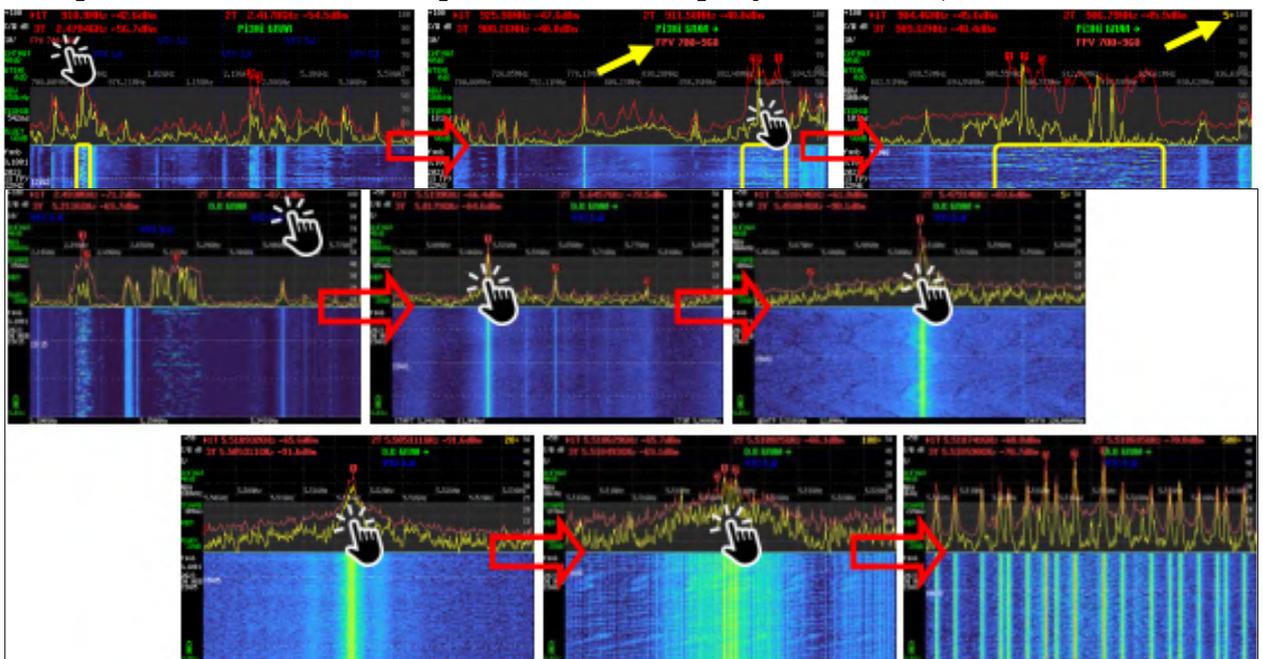


Рисунок 35 – Пример ручного масштабирования сигнала в диапазоне 5.8 ГГц



Рисунок 36 – Пример ручного масштабирования сигнала с центральной частотой 866 МГц

В данном примере сначала разворачиваем нужный диапазон на всю ширину экрана, затем масштабируем всплеск сигнала. Сигнал, который наблюдаем, – это ППРЧ сигнал управления БЛА с FPV-наведением, стандарт ELRS, центральная частота 915 МГц, полоса примерно 26 МГц (от 902 МГц до 928 МГц). Справа от этого сигнала – полоса работы базовой станции GSM.

5.10.2 Способ 2 – автоматическое масштабирование самого сильного сигнала

В любое время откройте главное меню и в настройках экрана щелкните по строке «+ увеличить» для увеличения масштаба для самого сильного сигнала. Самый сильный сигнал выбирается из всех диапазонов, отображаемых на дисплее. Самый сильный сигнал окажется по середине дисплея.

Вы можете увеличивать или уменьшать масштаб несколько раз через указанное меню (рисунок 37).

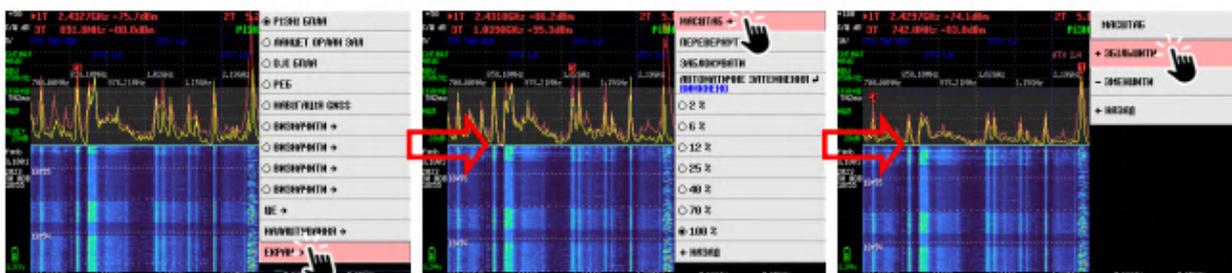


Рисунок 37 – Использование подменю «Масштаб» в настройках экрана

Коэффициент масштабирования указан желтой стрелкой (рисунок 38).

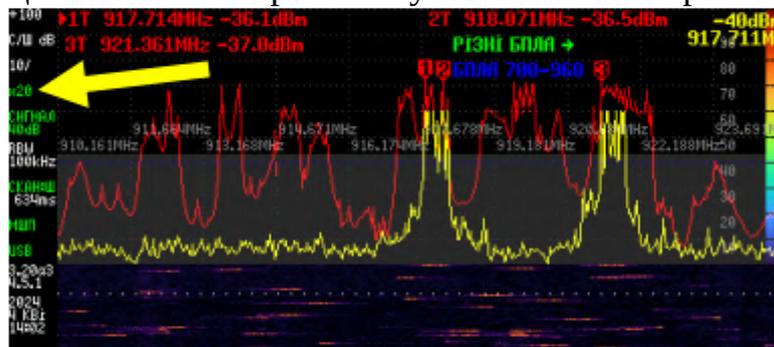


Рисунок 38 – Отображение коэффициента масштабирования для прошивки версии v3.2.0

5.11 Поиск частоты

Во время обычной работы (когда меню не отображается) нажатием колесика влево или вправо возможно двигать маркер №1 по спектру и узнавать точную частоту определенного всплеска. Вы можете ненадолго нажать на колесо, чтобы переместить маркер на небольшое расстояние, или вы можете зажать колесо, чтобы маркер быстро перемещался по спектру. Во время перемещения маркера отображение спектра замирает и восстанавливается автоматически через одну секунду после отпускания колесика.

Обратите внимание, если у вас в настройках выключены маркеры, то короткое нажатие колесика вправо будет выбирать отображение отдельных частотных диапазонов в предустановке с набором из нескольких диапазонов частот (слева-направо), а короткое нажатие колесика влево вернет отображение всех диапазонов частот текущей предустановке.

5.12 Экранное меню

Для открытия меню (рисунок 39) нажмите на спектрограмму или на колесико.

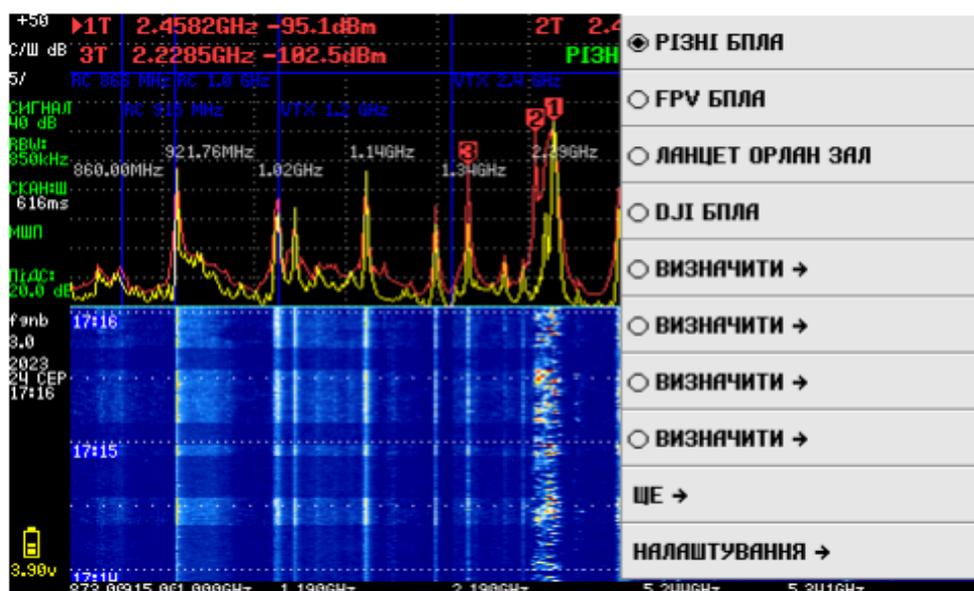


Рисунок 39 – Главное меню

Для навигации по меню используйте стилус, касаясь нужных пунктов меню, или колесико – отклоняйте его вправо-влево для перемещения выделения пункта меню соответственно вниз-вверх и нажимайте на колесико для выбора выделенного пункта. Выбранная предустановка обозначается значком с черным кружком.

Для перехода по страницам меню используйте ссылку «ЕЩЕ →» и «← ОБРАТНО». Пункты меню со стрелкой «→»ведут в подменю.

Для закрытия меню нажмите на дисплей вне меню или отклоняйте колесико влево пока меню не исчезнет. Начиная с прошивки 3.1.0, меню закрывается автоматически через 15 секунд, если не выполнять никаких действий в меню. После закрытия меню часть спектрограммы будет отсутствовать на месте, где было отображено меню, – это нормальное явление.

5.13 Работа БЛА-детектора с выносной антенной

В случае угрозы жизни и невозможности проведения постоянного мониторинга с направленной антенной оператор средств обнаружения БЛА может, находясь в укрытии или в транспортном средстве, подключить к БЛА-детектору выносную штыревую антенну и установить ее наружу (рисунок 40).



Рисунок 40 – Подключение выносной антенны к БЛА-детектору

Для этого используется автомобильная вседиапазонная штыревая антенна с кабелем и магнитным основанием. Антенну нужно подключать ко входу внешнего ВЧ-усилителя. Такую антенну желательно устанавливать на плоскую металлическую основу – для этого подойдет крыша автомобиля, металлический цинк от патронов, металлический короб (коробка) от амуниции (рисунок 41), или любой плоский металлический (железный) предмет.

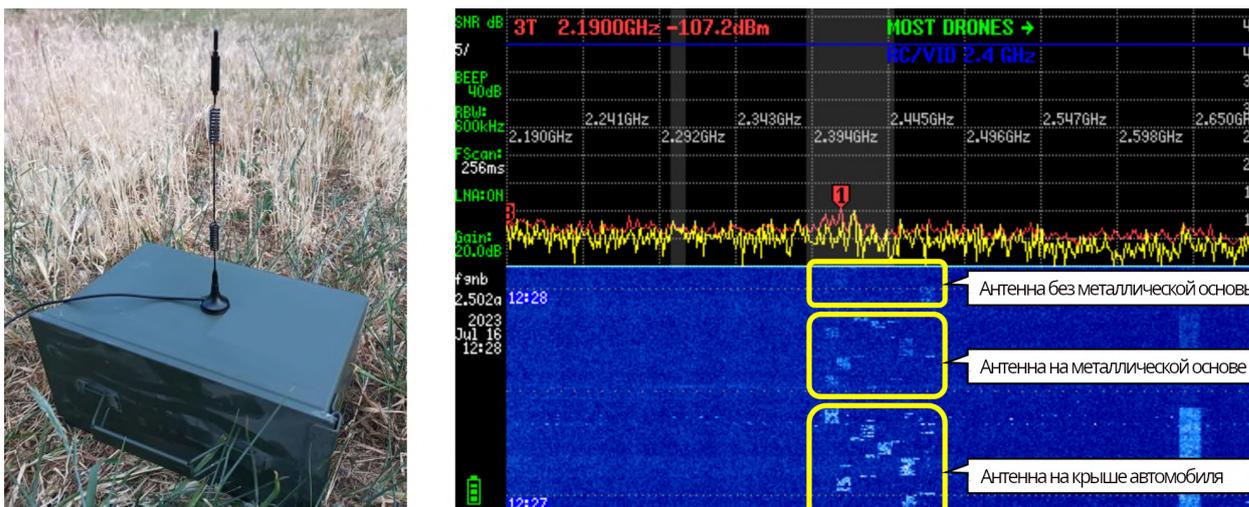


Рисунок 41 – Работа БЛА-детектора с выносной антенной

Антенна должна быть установлена вертикально и по центру металлической основы, но главное – максимально высоко (насколько хватит кабеля). Можно просто примотать антенну скотчем к палке, воткнутой в землю. Таким образом можно организовать безопасный стационарный круглосуточный пункт мониторинга. При подключении БЛА-детектора к блоку питания или паурбанку время его работы может быть неограниченным. Для удобства обнаружения сигналов от БЛА, в БЛА-детекторе можно включить звуковую и световую сигнализацию.

Максимально аккуратно подключайте и отключайте разъемы к БЛА-детектору! Антенные разъемы не рассчитаны на прикладывание больших усилий и требуют ровного и плавного накручивания. Обратите внимание, что ненаправленные вседиапазонные штыревые антенны имеют меньшую

чувствительность, чем направленные антенны, поэтому нужно учитывать, что расстояние обнаружения БЛА с такими антеннами ощутимо сокращается – например, квадрокоптеры DJI возможно засечь лишь с расстояния 1000-1500 м, в то время как с направленной антенной такое расстояние составляет до 5000 м. Рекомендуем заменить комплектный кабель на кабель RG223 нужной длины.

5.14 Звуковая и световая сигнализация

Анализатор спектра имеет функцию звуковой и световой сигнализации появления сильного сигнала, который превышает заданный пороговый уровень. Кроме того, на дисплее название диапазона, в котором появился сигнал, превышающий пороговый уровень, становится розового цвета. Если сигнал не превышает пороговый уровень, – название диапазона отображается синим цветом.

Значение порогового уровня (синяя горизонтальная линия на дисплее) задается в зависимости от условий эксплуатации – пункт меню «Настройки>уровень тревоги». Вы можете независимо включать и выключать звуковую и световую сигнализацию.

5.14.1 Звуковая сигнализация

Звуковая сигнализация включается при появлении сигналов, превышающих заданный пороговый уровень. Используйте встроенный бипер (модели DD-TU1S, DD-TU1SM) или подключите внешний блок сигнализации, или активные наушники (рисунок 42), или активную акустическую систему (рисунок 43) к разъему аудиовыхода 3,5 мм – если сигнал превысит заданный пороговый уровень, будет звучать зуммер.



Рисунок 42 – Подключение активных наушников

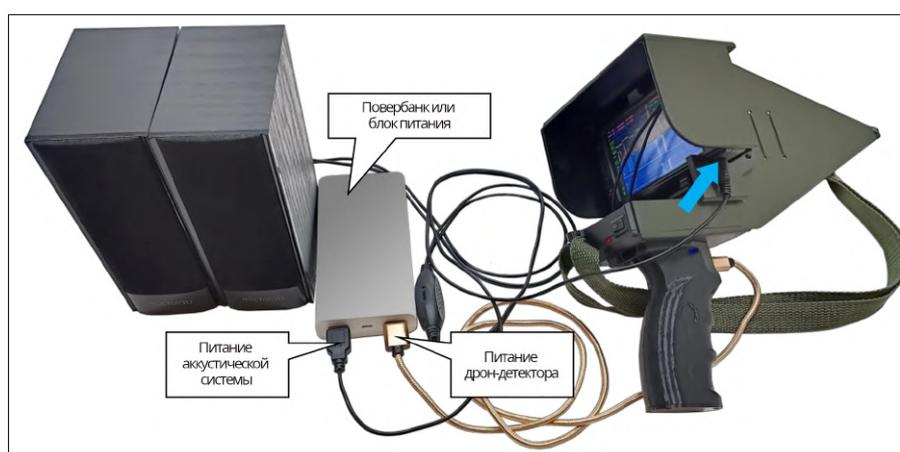


Рисунок 43 – Подключение активной акустической системы с питанием от USB

Для работы функции звуковых оповещений включите в настройках опцию «звуковой сигнал» и выберите необходимый уровень громкости, а также комфортный тон (частоту) зуммера.

Тон зуммера будет автоматически ступенчато повышаться, если уровень сигнала достиг порогового уровня и продолжает расти.

5.14.2 Световая сигнализация

Световая сигнализация работает за счет автоматического увеличения яркости дисплея при появлении сигналов, превышающих пороговый уровень.

Для включения данной функции выполните следующие настройки:

1. Выберите в настройках «экран» (рисунок 44) желаемую яркость дисплея, превышающую «2%».

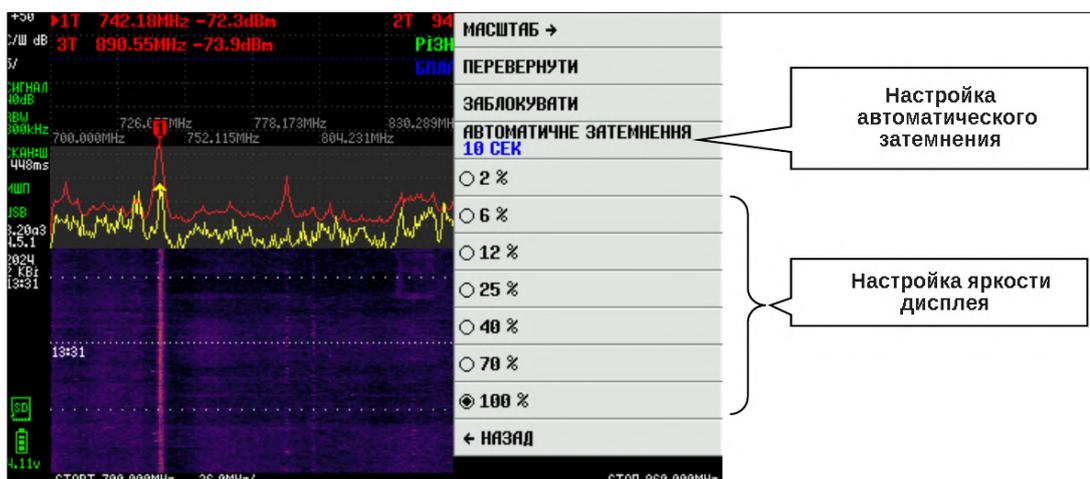


Рисунок 44 – Меню «Экран» – настройка световой сигнализации

Обычно устанавливают следующие значения яркости дисплея:

- днем – 100%;
- в сумерках – 25%;
- ночью – 6%.

2. Включите в настройках «экран» функцию «автоматическое затемнение» (автоматическое уменьшение яркости дисплея) и укажите интервал времени в секундах, по истечении которого яркость дисплея станет минимальной (значение «2%»).

При отсутствии сигналов, превышающих заданный пороговый уровень, яркость дисплея будет минимальная (2%). При появлении сигналов, превышающих заданный пороговый уровень, яркость дисплея автоматически увеличится до заданного значения, тем самым предупреждая о появлении сильного сигнала. После исчезновения сильного сигнала, через заданный интервал времени, яркость дисплея вновь станет минимальной (2%).

Чем выше яркость дисплея была задана в настройках, тем ощутимее будет эффект световой сигнализации.

Для отключения световой сигнализации выберите «выключено» для параметра «автоматическое затемнение» (рисунок 45).



Рисунок 45 – Меню «Экран» – отключение световой сигнализации

5.14.3 Настройка исключений для сигнализации («специальные» диапазоны)

Начиная с прошивки версии v3.2.0, в анализаторе спектра появилась новая функция определения «специальных» диапазонов, в которых выключается сигнализация или задается другой пороговый уровень сигнализации.

Отключение сигнализации или загробление (увеличение) ее порога в определенных диапазонах позволит исключить из сигнализирования стандартные мощные источники радиосигналов, например, сигналы базовых станций операторов сотовой связи, которые ранее приводили к периодическим ненужным срабатываниям сигнализации.

Кроме того, можно наоборот сделать определенные диапазоны с большей чувствительностью (более низким пороговым уровнем сигнализации), например, особенно опасные полосы, где любой сигнал будет означать появление БЛА.

Для отключения сигнализации в «специальном» диапазоне установите значение «0» (ноль) для параметра «уровень тревоги». Для задания своего значения порогового уровня сигнализации установите значение для параметра «уровень тревоги» в децибелах от «1» до «127».

Диапазоны, помеченные как «специальные», отображаются на дисплее в виде полос, заполненных серыми точками. Если для такого диапазона выключена сигнализация, на дисплее в пределах этого диапазона будет отсутствовать синяя линия порогового уровня сигнализации. Если был задан свой пороговый уровень, отличный от общего, в пределах этого диапазона синяя линия порогового уровня будет отображена на заданной отметке в децибелах.

В таблице 4 приведен перечень полос частот базовых станций (БС) операторов сотовой связи Украины, для которых можно выключить сигнализацию. На спектрограмме вы будете видеть полосы частот именно передатчиков БС – поскольку передатчики имеют высокую мощность и работают постоянно, а в полосах приемников БС будут слабые нерегулярные сигналы от мобильных терминалов.

Сверьтесь с таблицей, найдите полосы частот, используемые в вашем регионе, и добавьте их в перечень «специальных» диапазонов.

Таблица 4 – Перечень полос частот базовых станций операторов сотовой связи Украины

Оператор	Приемник БС, МГц	Передатчик БС МГц	Приемник БС МГц	Передатчик БС МГц	Приемник БС МГц	Передатчик БС МГц	Тип сети
Стандарт	ЧАО"Киевстар"		ООО "Лайфселл"		ЧАО"В Ф Украина"		
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

Продолжение таблицы 4

Оператор Стандарт	Приемник БС, МГц	Передатчик БС МГц	Приемник БС МГц	Передатчик БС МГц	Приемник БС МГц	Передатчик БС МГц	Тип сети
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		2157,4	1922,8	2112,8	1952,4	2142,4	3G
	1967,4						
	1972,4	2162,4	1927,6	2117,6	1957,4	2147,4	3G
	1977,2	2167,2	1932,4	2122,4	1962,4	2152,4	3G

В прошивке v3.2.0 уже добавлены несколько «специальных» диапазонов с полосами частот базовых станций, которые наиболее распространены на территории Украины:

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

6 ПРИМЕРЫ ШАБЛОНОВ СПЕКТРОВ ИЗЛУЧЕНИЯ СИГНАЛОВ НЕКОТОРЫХ БЛА

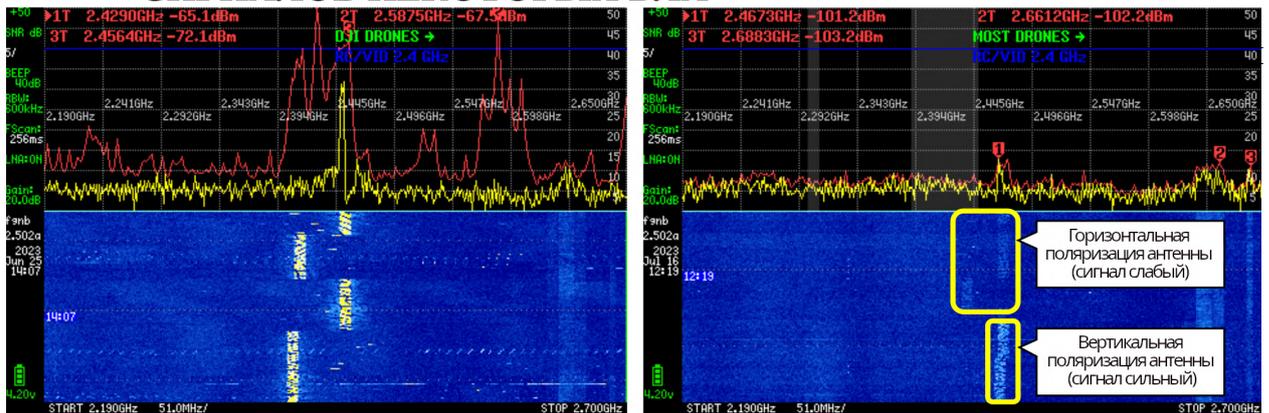


Рисунок 46 – Квадрокоптеры DJI (при плохой связи с пультом квадрокоптер постоянно меняет каналы)

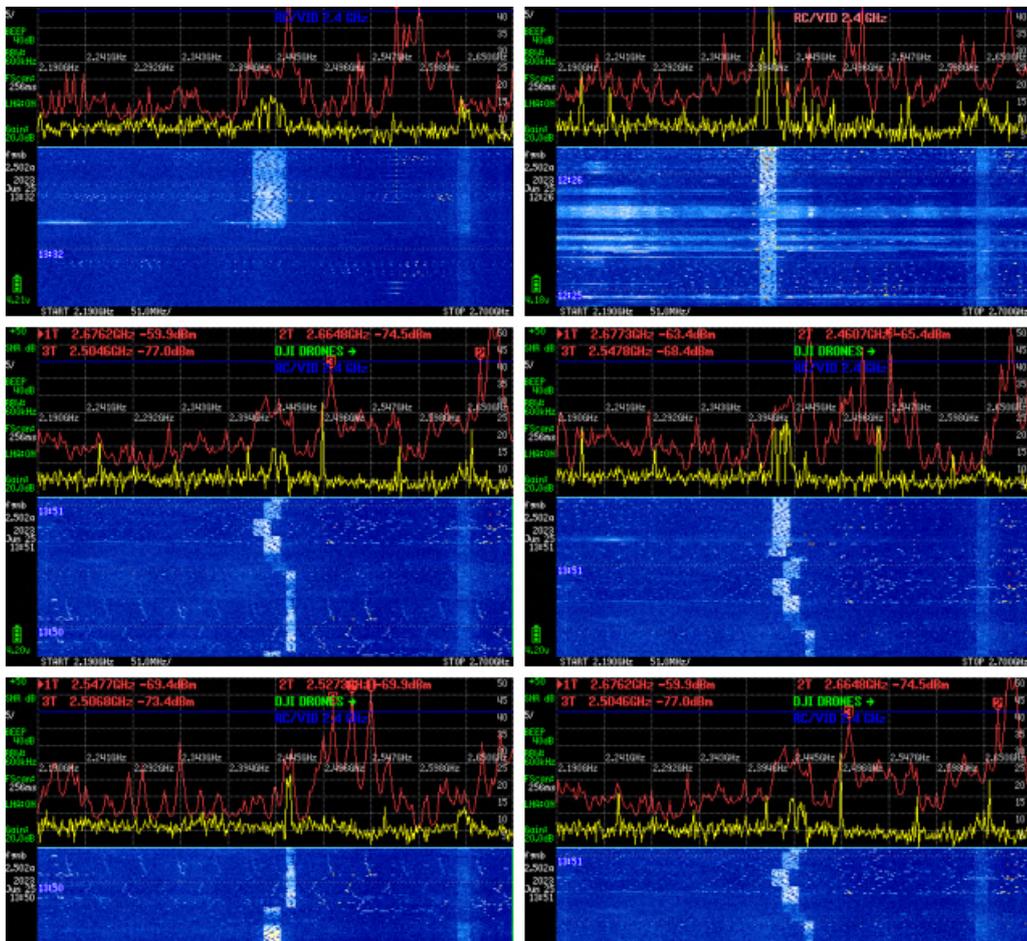


Рисунок 47 – Квадрокоптеры Autel Evo 2 / Lite+ (полоса сигнала шире, чем у DJI, но при плохой связи с пультом квадрокоптер уменьшает ширину полосы частот для более стабильной связи)

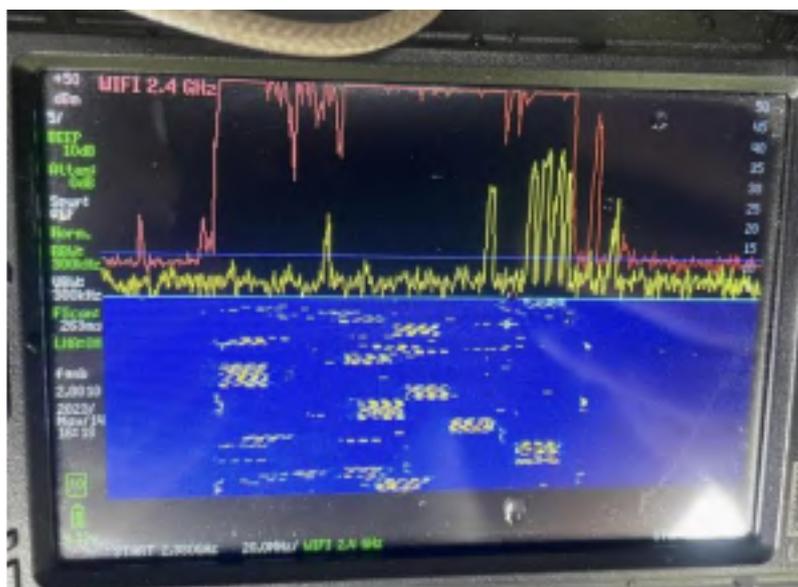


Рисунок 48 – Квадрокоптер Autel Evo 2 Pro V3 Enterprise



Рисунок 49 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 (частоты 860÷870 МГц, 902÷928 МГц)

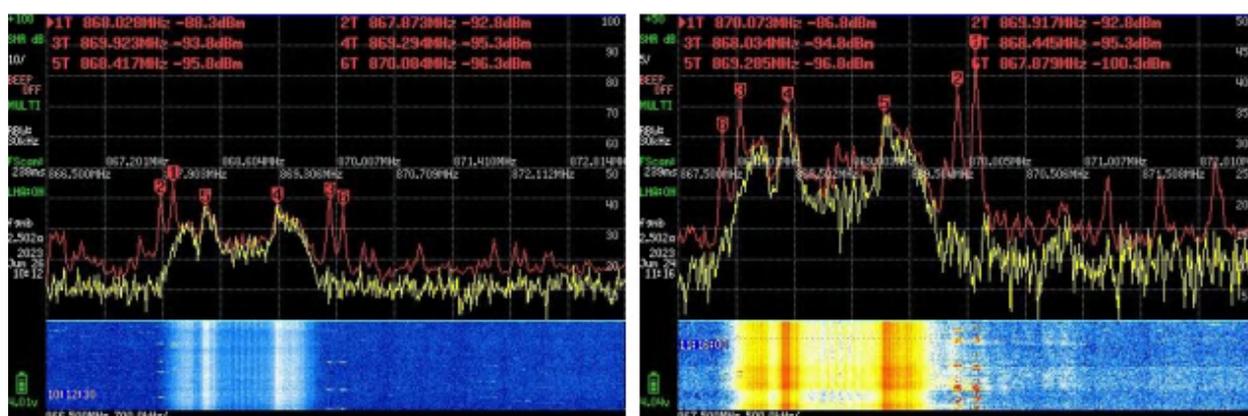


Рисунок 50 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 (частоты 867÷870 МГц)

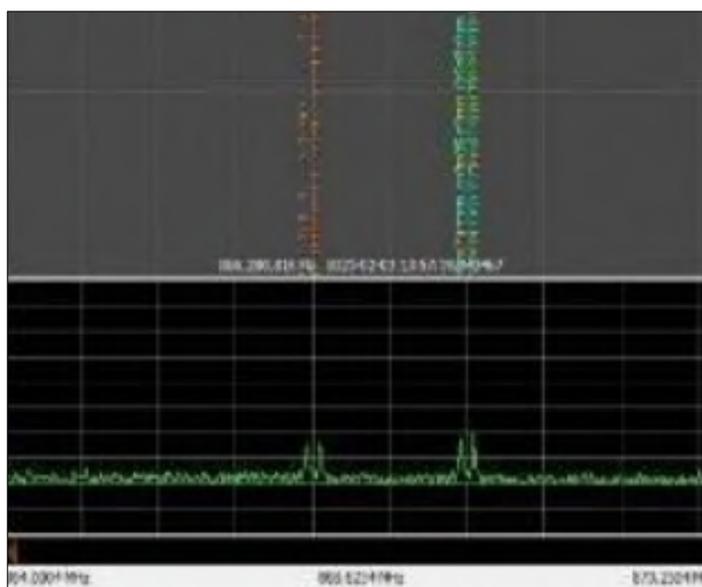


Рисунок 51 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 – телеметрия (частоты 868 МГц, 870 МГц, 915 МГц)

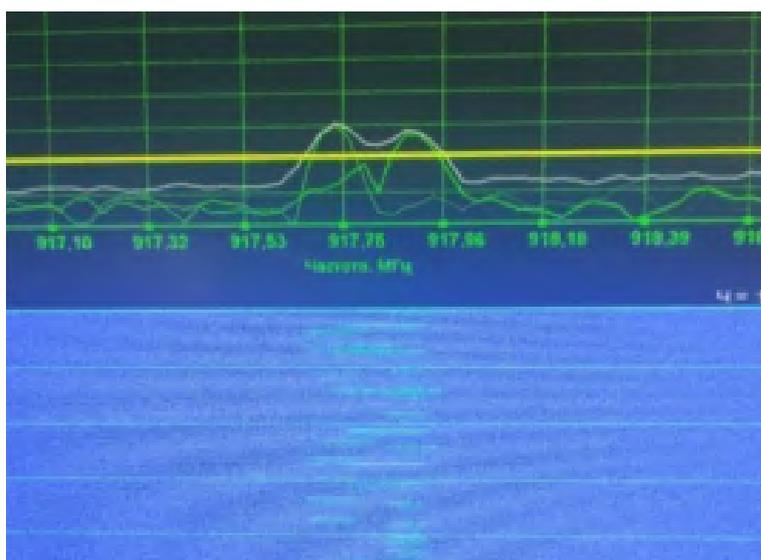


Рисунок 52 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 (частоты 917 МГц и 904 МГц)

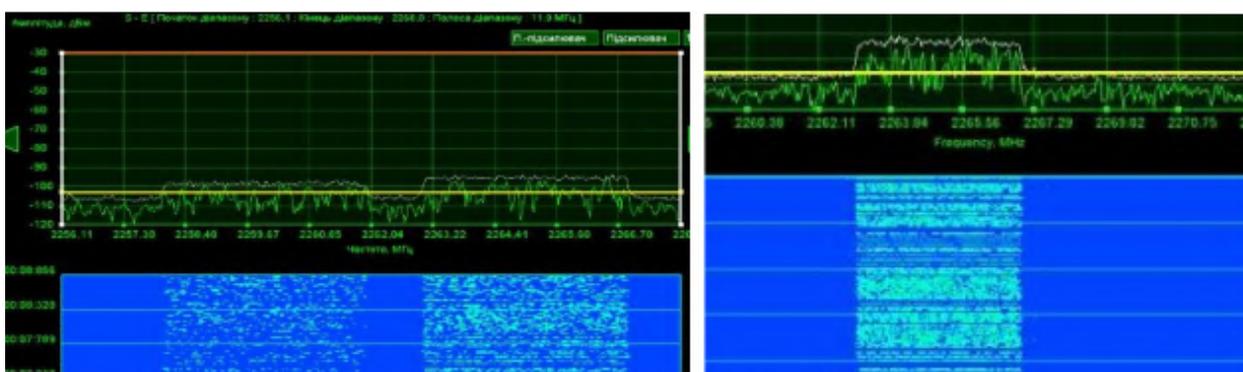


Рисунок 53 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 (диапазон 2,19-2,41 ГГц)

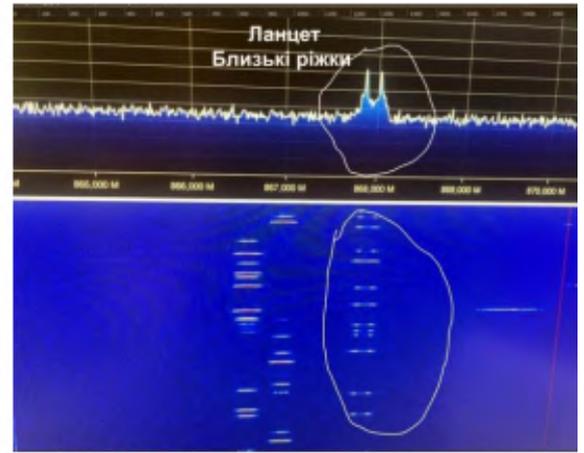
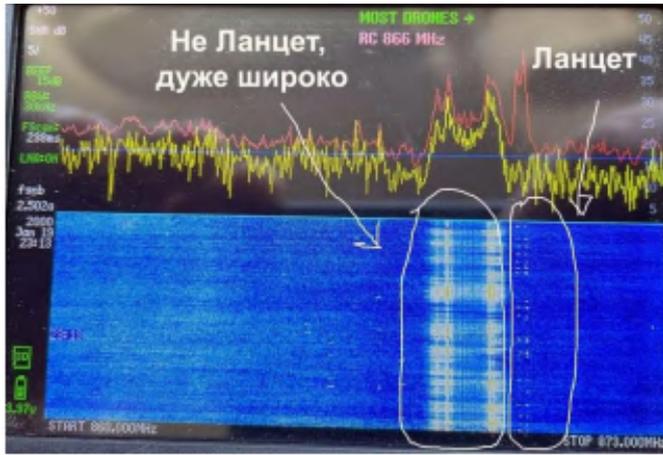


Рисунок 54 – БЛА «Ланцет» (частота 868 МГц)



Рисунок 55 – БЛА «Ланцет» и ZALA-421 (слева «Ланцет» на частоте 868 МГц, справа ZALA на частоте 870 МГц)

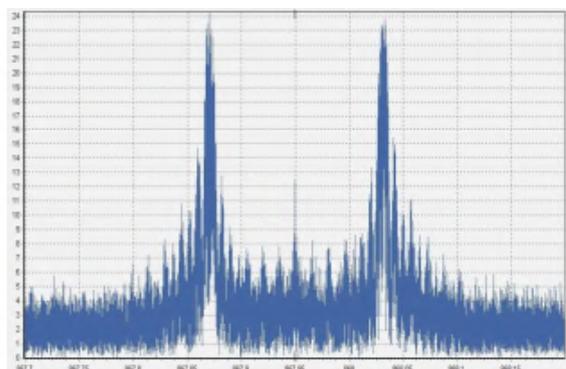
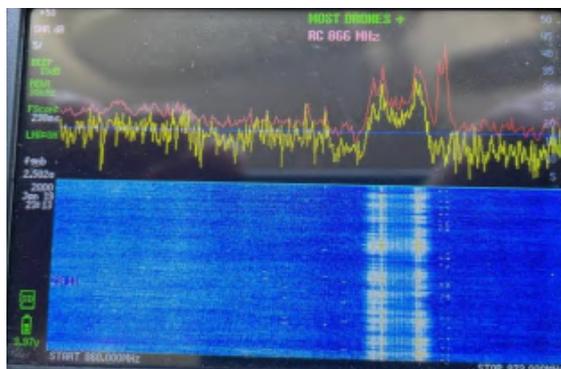


Рисунок 56 – БЛА «Мерлин-ВР» (частота 867,95 МГц, полоса 500 кГц, между пиками 162 кГц)

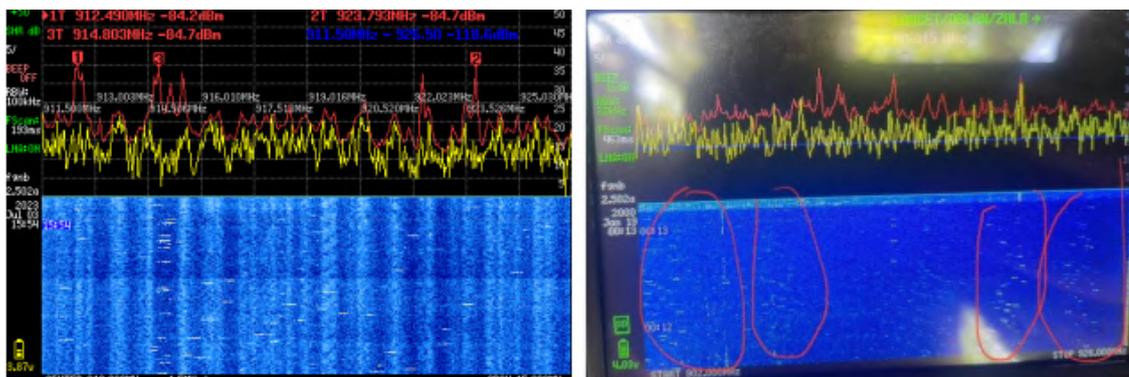


Рисунок 57 – БЛА «Орлан» – телеметрия (диапазон 902-928 МГц)
расстояние 10-30 км

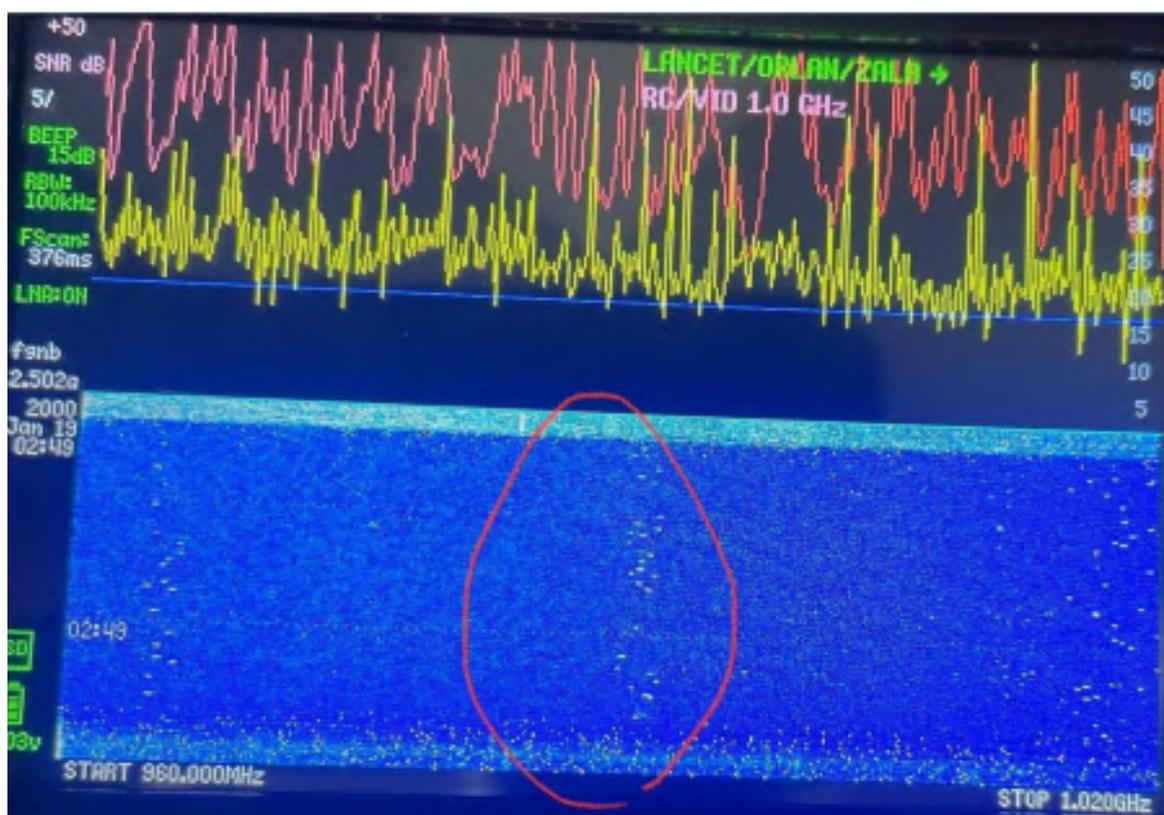


Рисунок 58 – БЛА «Орлан» – телеметрия (диапазон
960-1020 МГц)

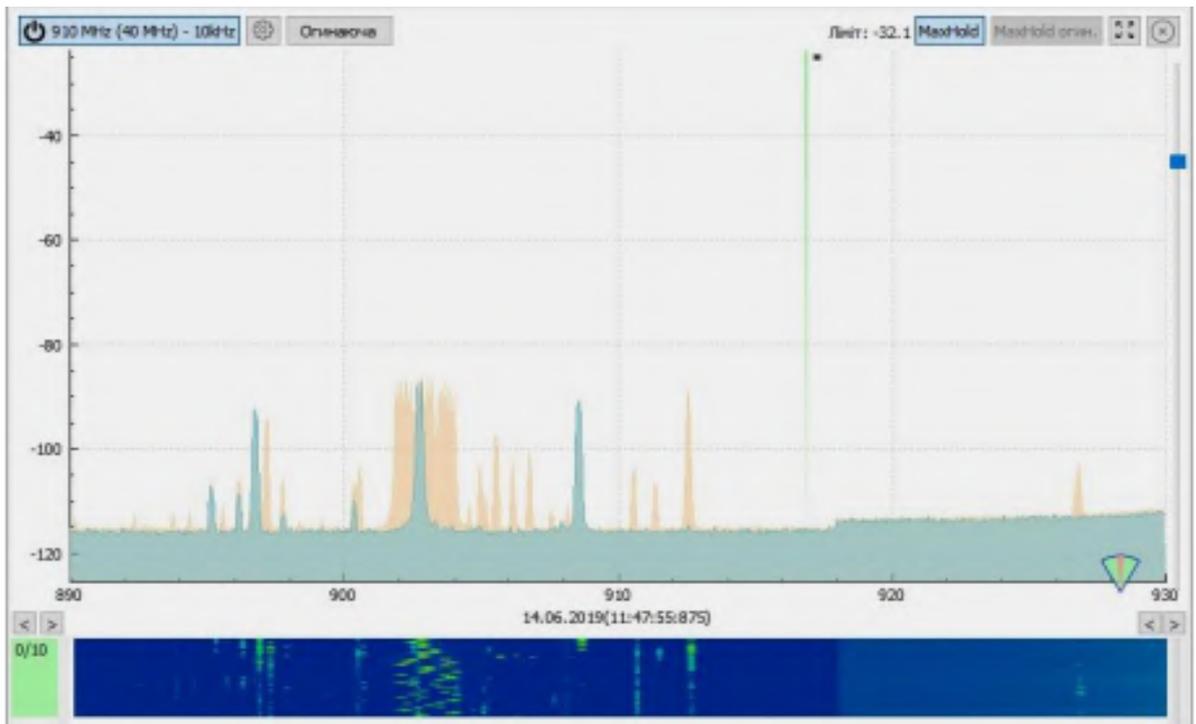


Рисунок 59 – БЛА «Орлан» – видео, телеметрия, управление (диапазон 902-904 МГц, полоса 2 МГц)

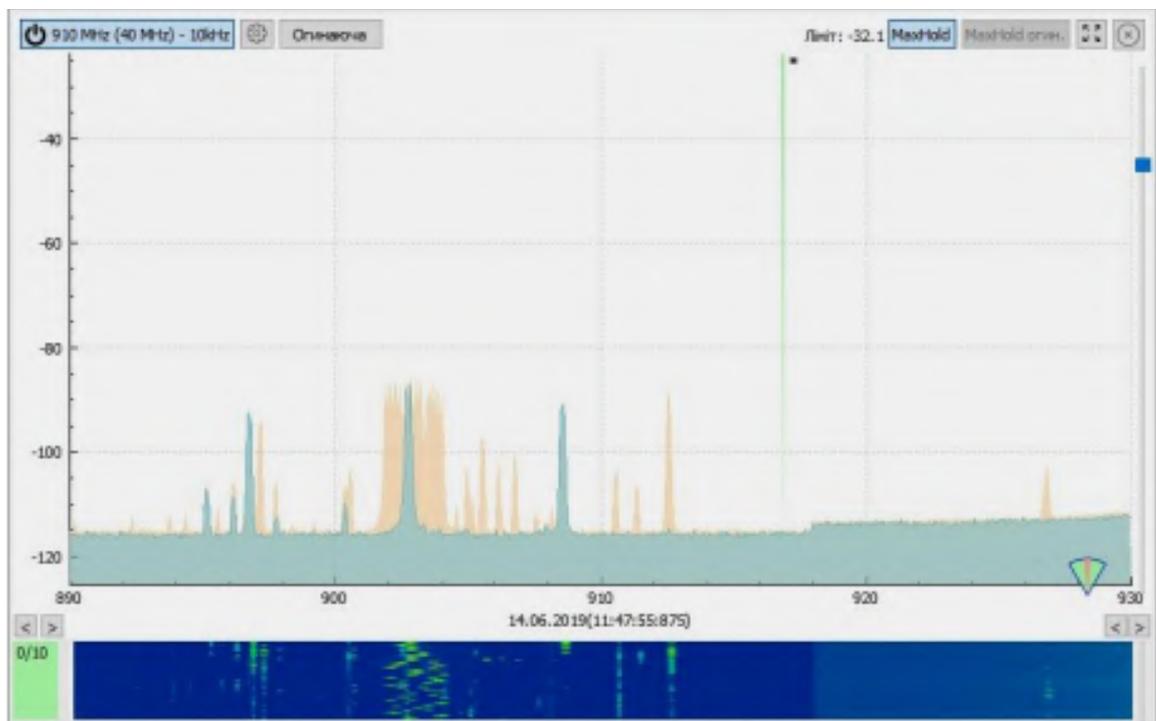


Рисунок 60 – БЛА «Орлан» – видео, телеметрия, управление (диапазон 902-904 МГц, полоса 2 МГц)

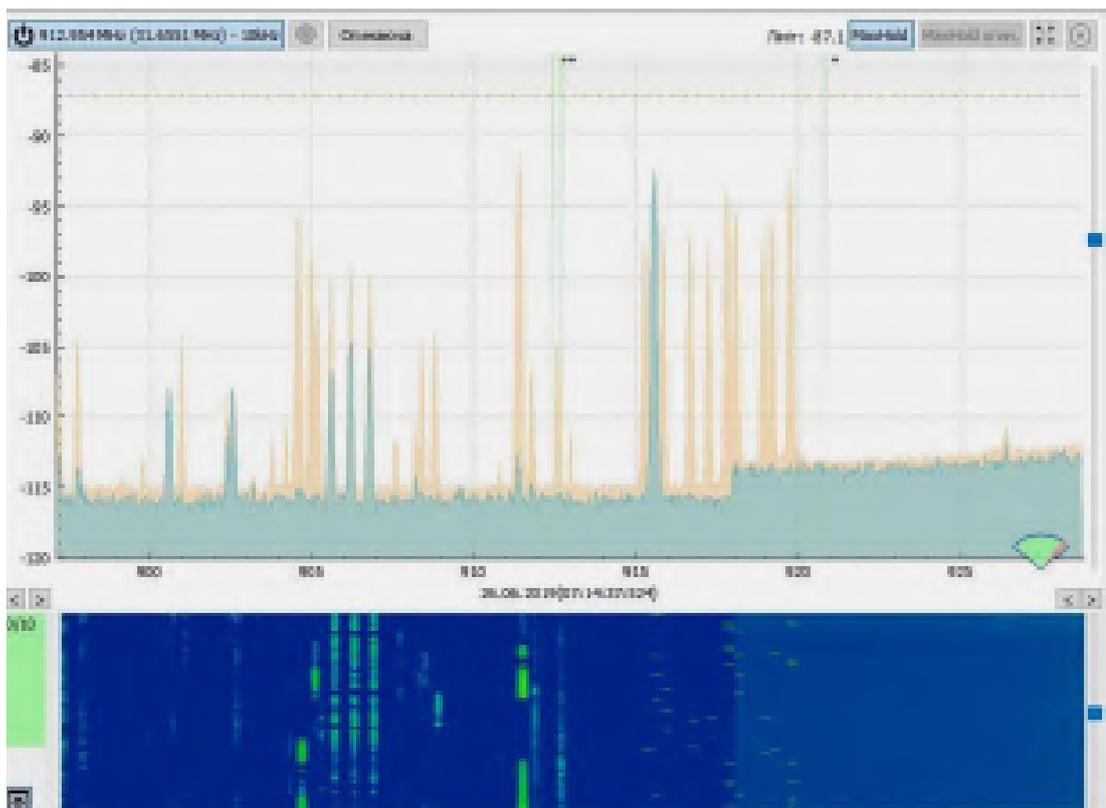


Рисунок 61 – БЛА «Элерон» – телеметрия, управление (диапазон 915-920 МГц, полоса 5 МГц)

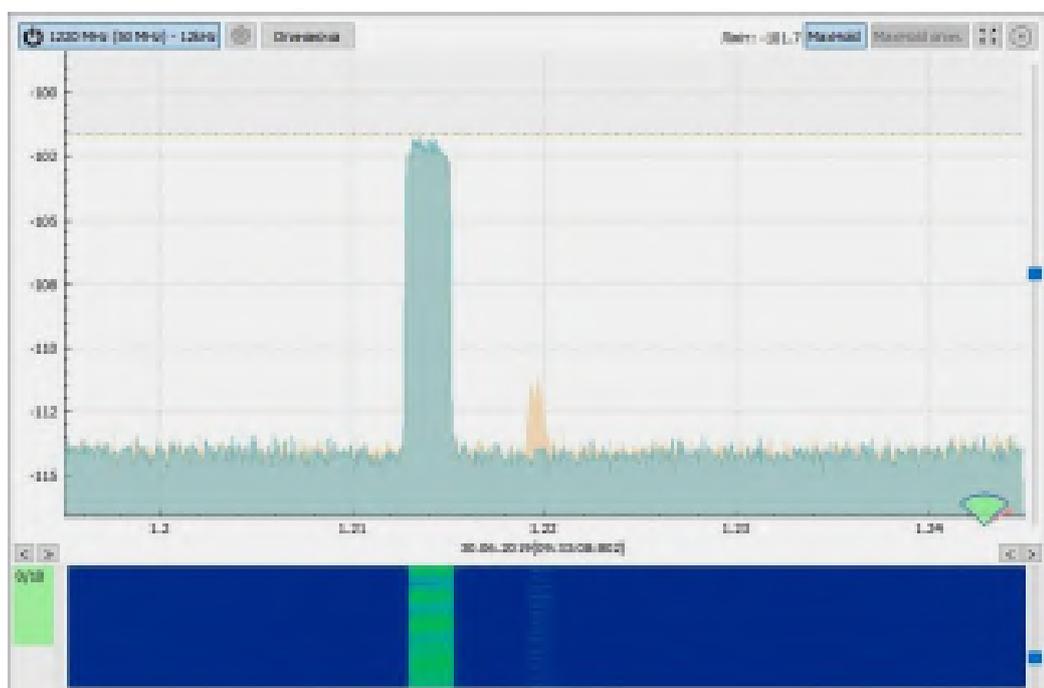


Рисунок 62 – БЛА «Элерон» – видео (диапазон 1213-1215 МГц, полоса 2 МГц)

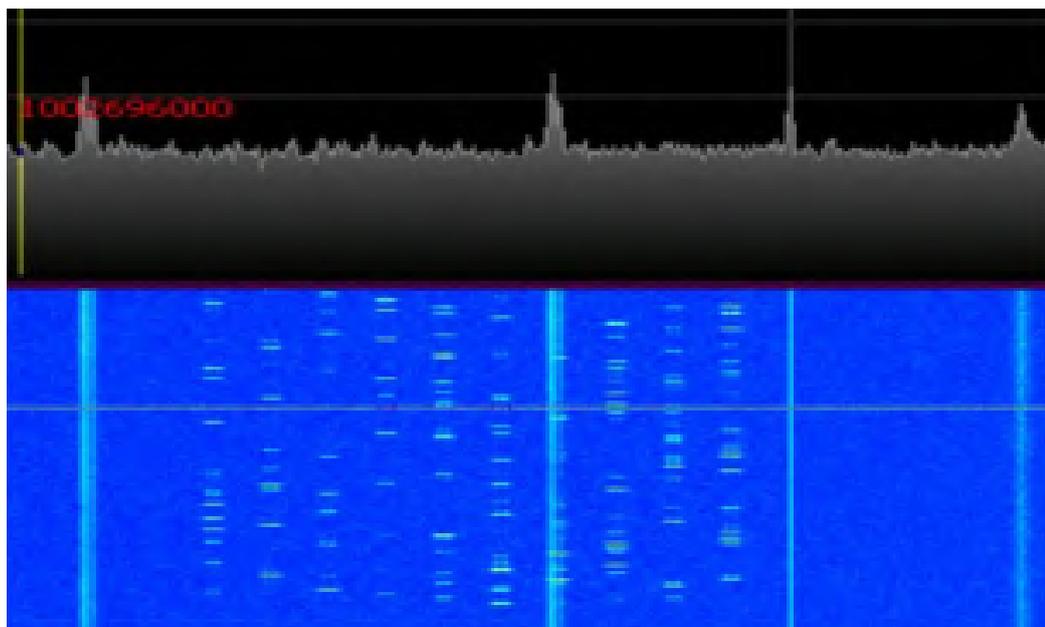


Рисунок 63 – БЛА Supersam (диапазон 1004-1009 МГц, 10 полос по 150 кГц)

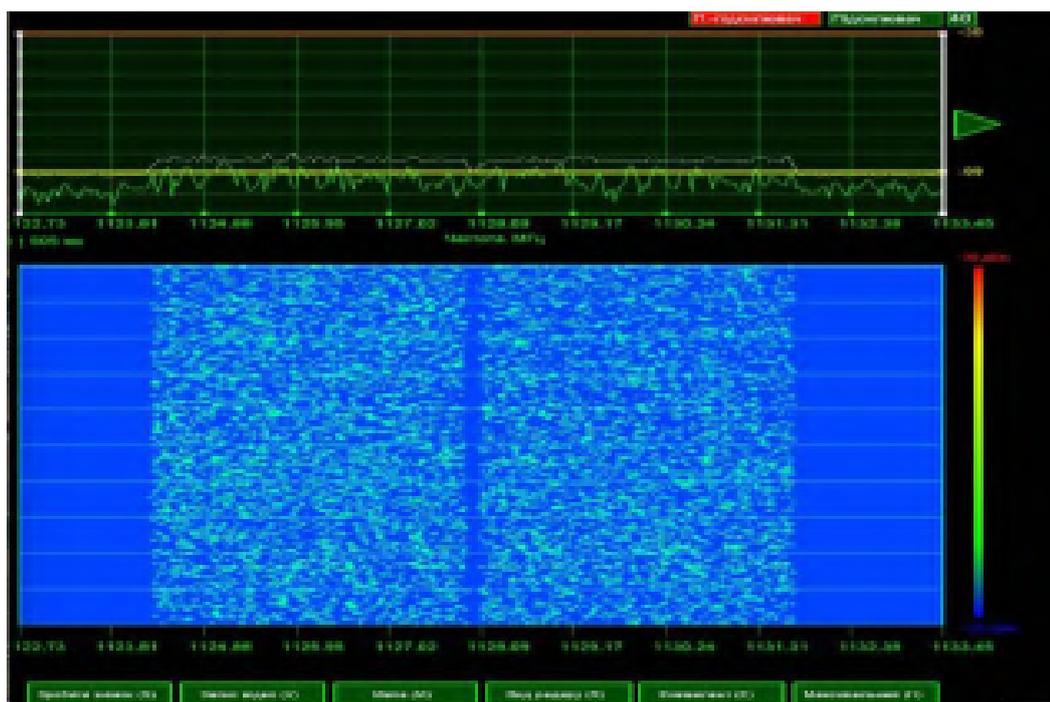


Рисунок 64 – БЛА Supersam другой модификации (диапазон 1124-1132 МГц, 2 полосы)

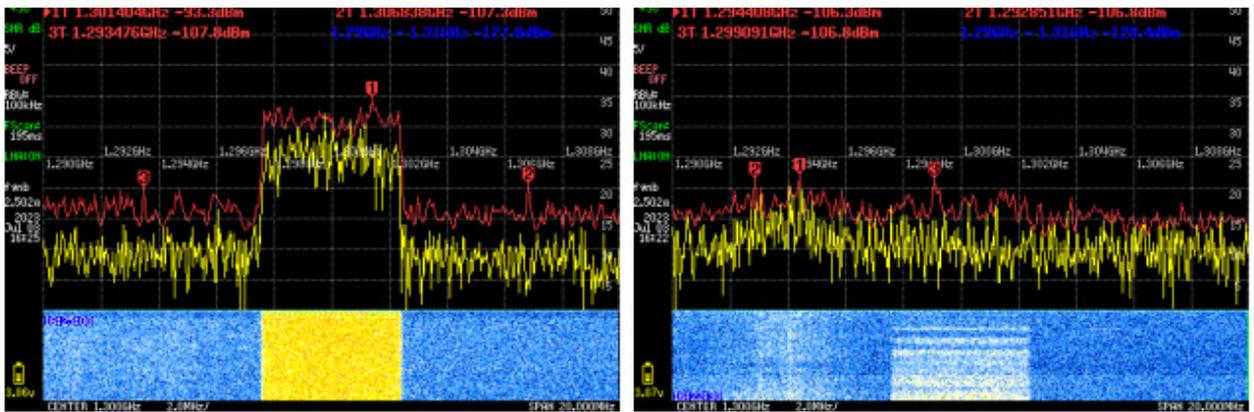


Рисунок 65 – БЛА Supercam – видеолинк (диапазон 1,2-1,3 ГГц):
горизонтальная поляризация (слева) и вертикальная поляризация (справа)

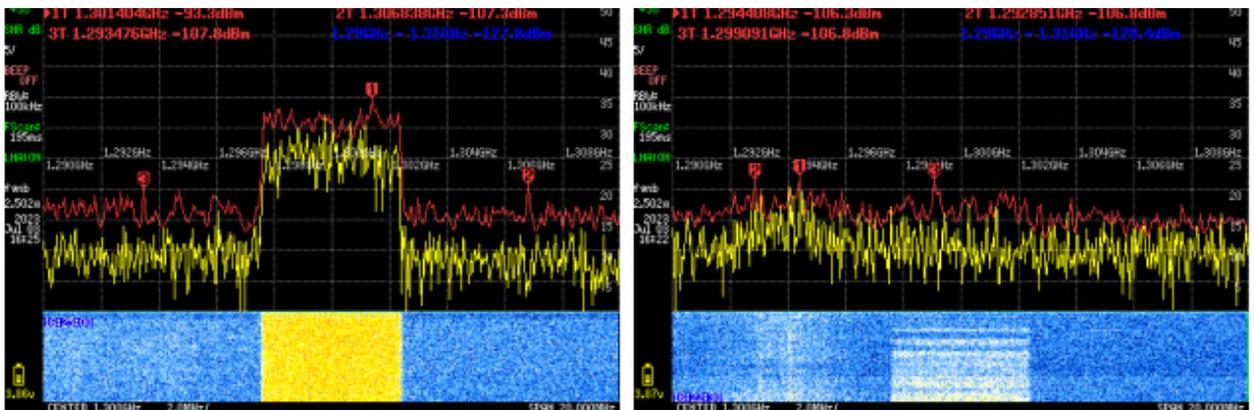


Рисунок 66 – БЛА Supercam – видеолинк (диапазон 1,2-1,3 ГГц):
горизонтальная поляризация (слева) и вертикальная поляризация (справа)
Обратите внимание на то, что сигнал этого БЛА нормально
детектируется в горизонтальной поляризации! (дополнительно смотрите
видео <https://www.youtube.com/shorts/dJ-UGShP7ew>)



Рисунок 67 – Неизвестный БЛА самолетного типа, расстояние 1-3 км

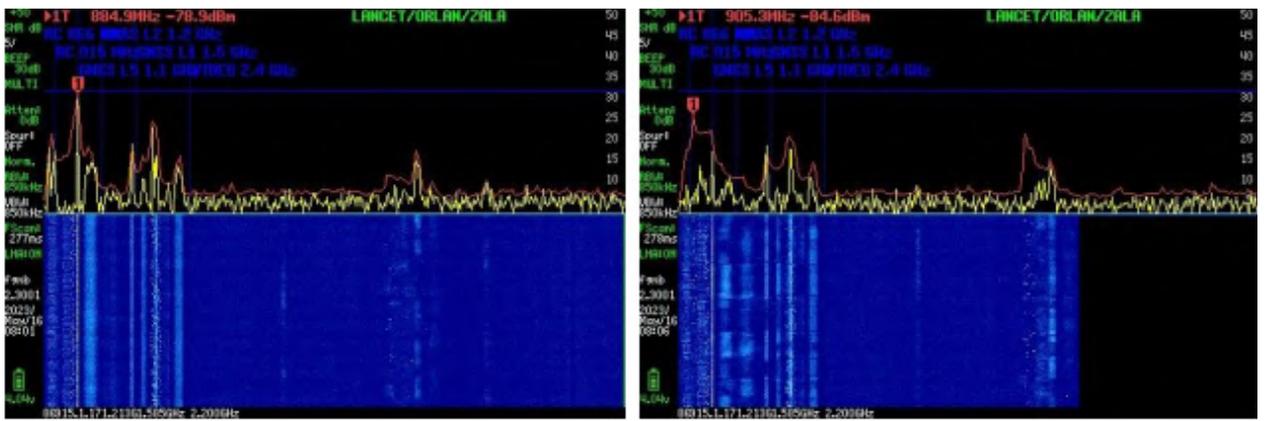


Рисунок 68 – Два неизвестных БЛА самолетного типа

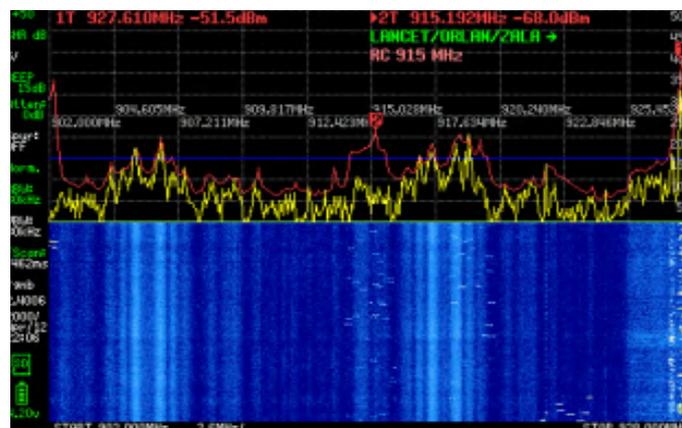


Рисунок 69 – Неопознанные сигналы, справа – базовая станция GSM-900

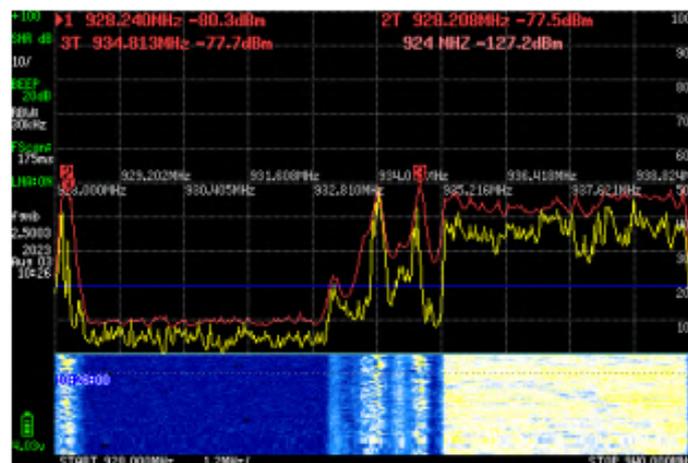


Рисунок 70 – Сигнал базовой станции GSM-900

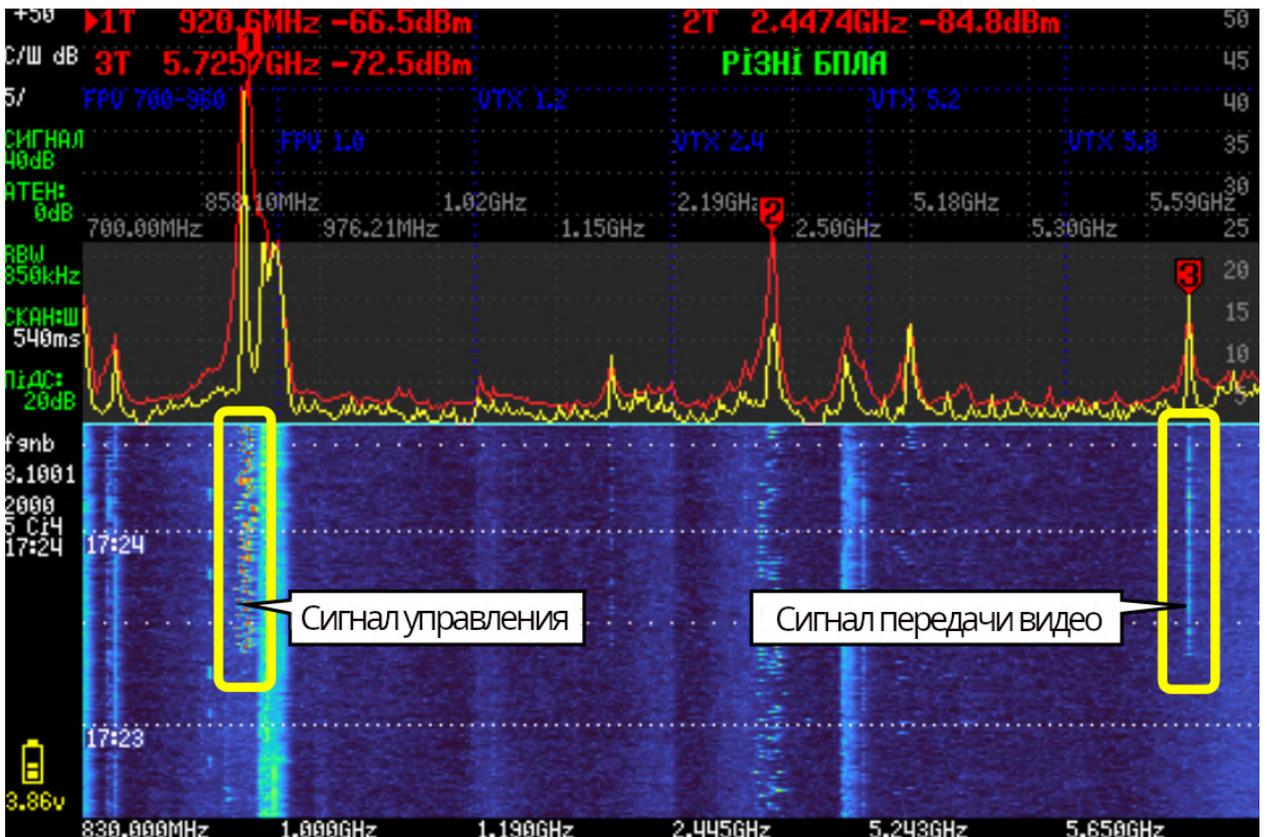


Рисунок 71 – FPV-квадрокоптер

Управление и телеметрия: ELRS ППРЧ с центральной частотой 915 МГц и полосой примерно 26 МГц. Передача видеоизображения: аналоговое видеоизображение в диапазоне 5,8 ГГц (в данном примере 5,725 ГГц).



Рисунок 73 – Несколько FPV-квадрокоптеров

Управление и телеметрия: ППРЧ на частотах 868 МГц и 915 МГц.
Передача видеоизображения: аналоговое видеоизображение в диапазоне 5,8 ГГц. В диапазоне 5,8 ГГц можно увидеть по меньшей мере шесть полос передачи видео.

7 ПРИМЕРЫ ШАБЛОНОВ СПЕКТРОВ СИГНАЛОВ РЭБ

На рисунках 72-79 представлены примеры спектров излучения сигналов средств РЭБ.

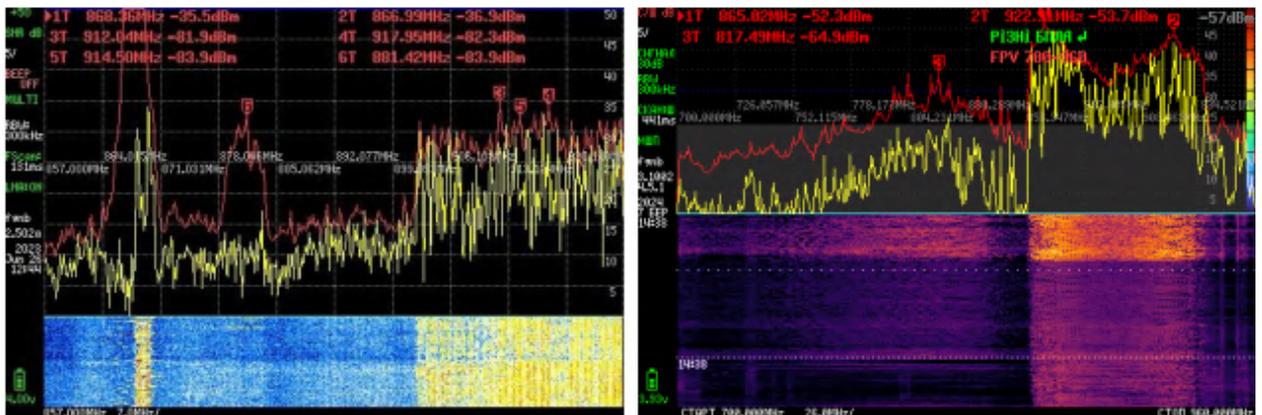


Рисунок 74 – Сигнал РЭБ в диапазоне 850-950 МГц

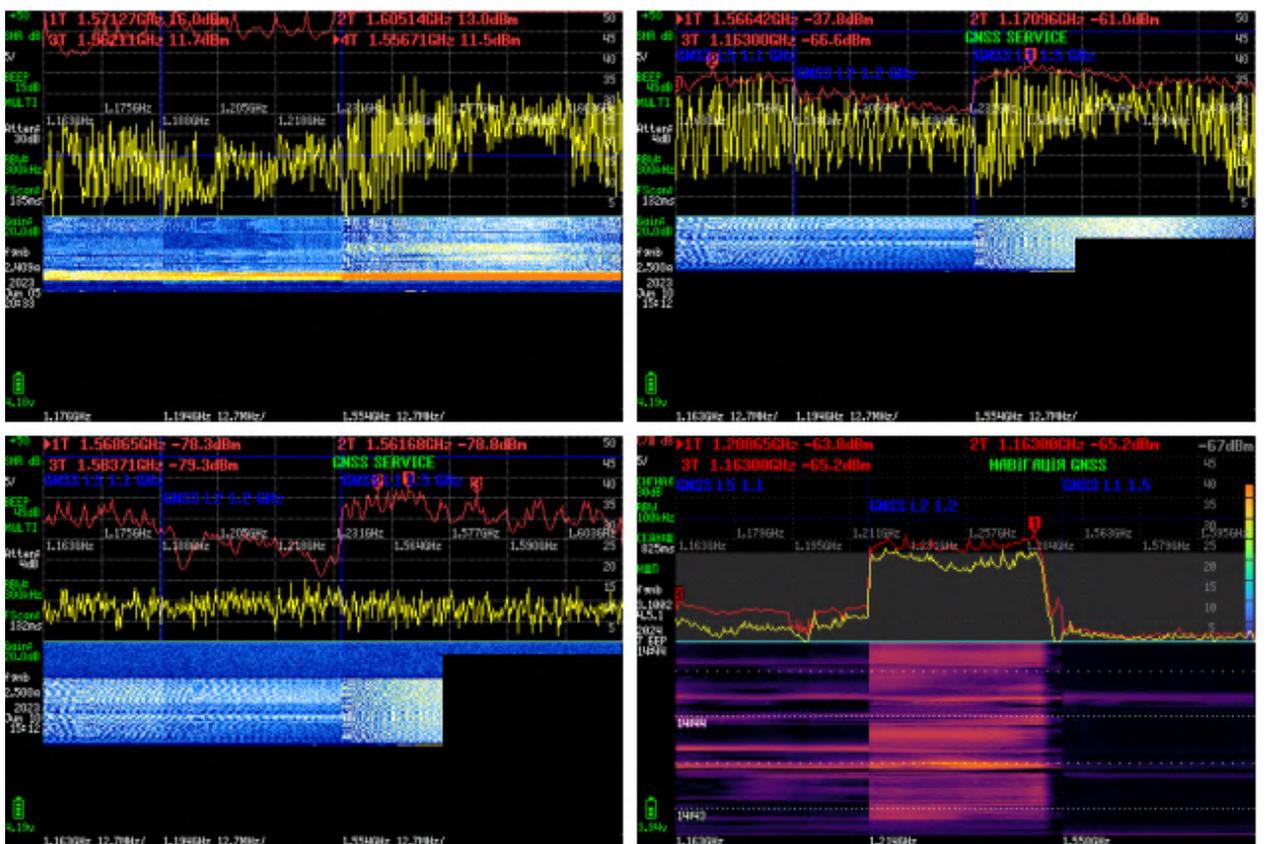


Рисунок 75 – Сигнал РЭБ в диапазоне спутниковой навигации 1,2 ГГц и 1,5 ГГц

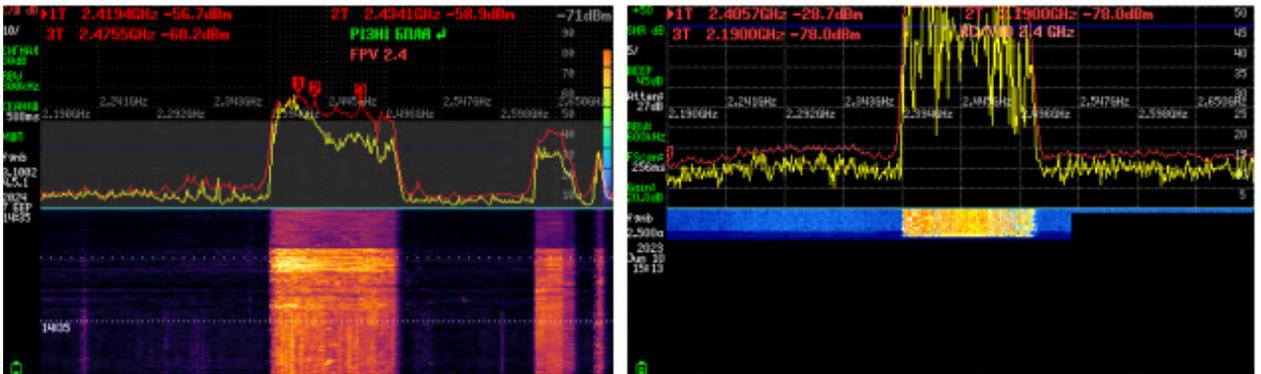


Рисунок 76 – Сигнал РЭБ в диапазоне 2,4 ГГц

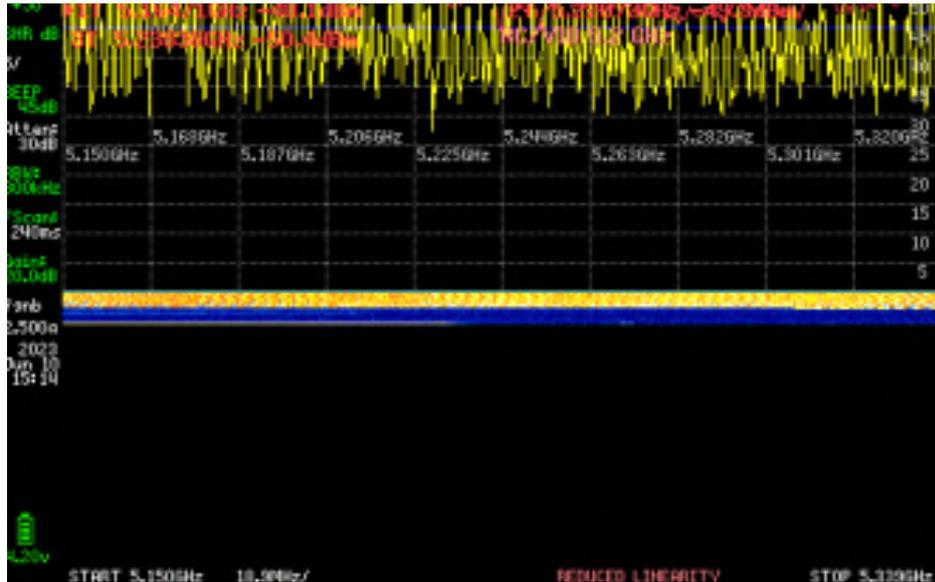


Рисунок 77 – Сигнал РЭБ в диапазоне 5,2 ГГц

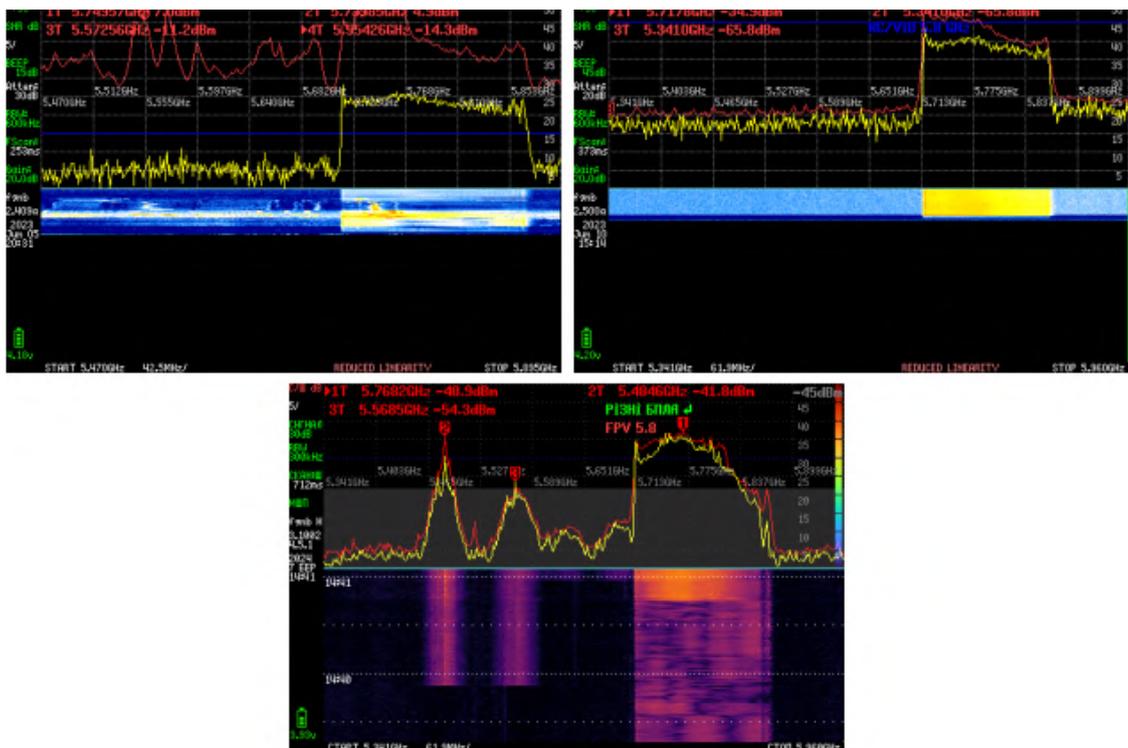


Рисунок 78 – Сигнал РЭБ в диапазоне 5,8 ГГц

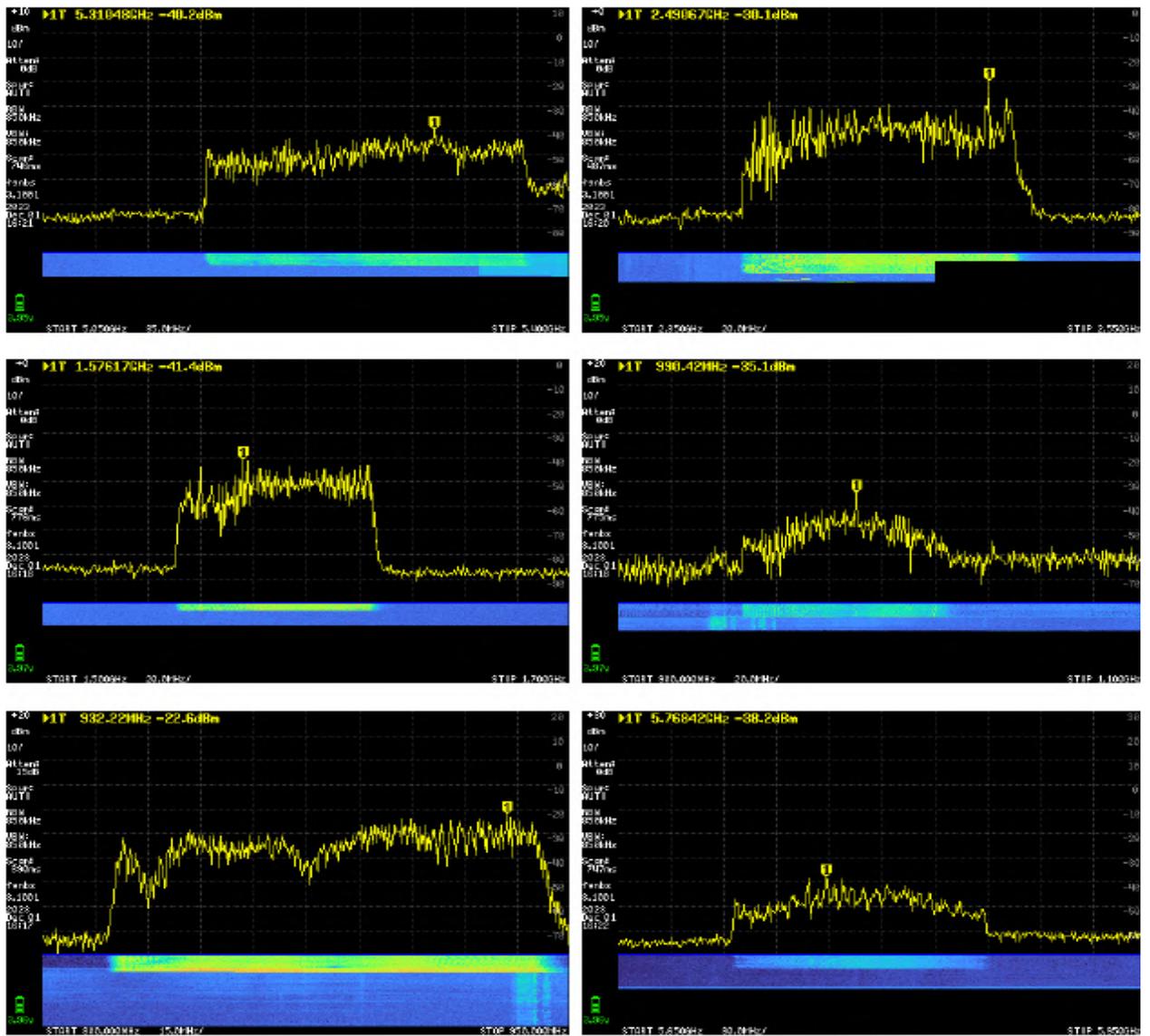


Рисунок 79 – Испытание шестиканального антидроновое оружия