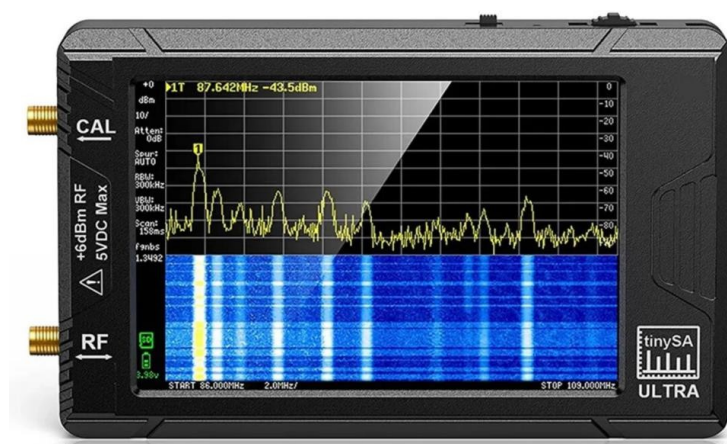


По заказу Командования подготовки сухопутных войск



Руководство Практическое применение анализатора спектра на практике "TINY SA ULTRA" для выполнение боевых задач



ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ: *ограничений для распространения нет.*

Автор Сергей Бескрестнов (Флеш)

Киев, октябрь 2023 года

Содержание документа:

1. Общая информация
2. Рекомендации по работе с прибором
3. Практическое боевое применение
 - 3.1 Проверка частотных диапазонов VHF и UHF на наличие помех или наличия активности
 - 3.2 Проверка частотных диапазонов на наличие помех или активности РЭБ (как своего, так и чужого) по сигналам спутниковой навигации
 - 3.3 Проверка частотных диапазонов на факт наличия помех или наличия активности РЭБ (как своего, так и чужого) каналами управления БПЛА и каналами приема видео сигнала
 - 3.4 Фиксация и идентификация "крылатых" разведывательных БПЛА РФ
 - 3.5 Фиксация и идентификация ""крылатых ударных БПЛА РФ с возможностью их пеленгации (Ланцент, Зала)
 - 3.6 Фиксация с возможностью пеленгации квадрокоптеров DJI, AUTEL
 - 3.7 Фиксация с возможностью пеленгации квадрокоптеров FPV с
возможностью пеленгации
 - 3.8 Фиксация с возможностью пеленгации точек WiFi на позициях противника
 - 3.9 Другие варианты применения
4. Пеленгация источников сигналов методом триангуляции
5. Определение расстояния до цели

1. Общая информация

Анализатор спектра Tiny Sa Ultra (далее прибор) является портативным анализатором спектра со встроенным аккумулятором, позволяющим принимать и исследовать радио сигналы в диапазоне частот до 6 ГГц.

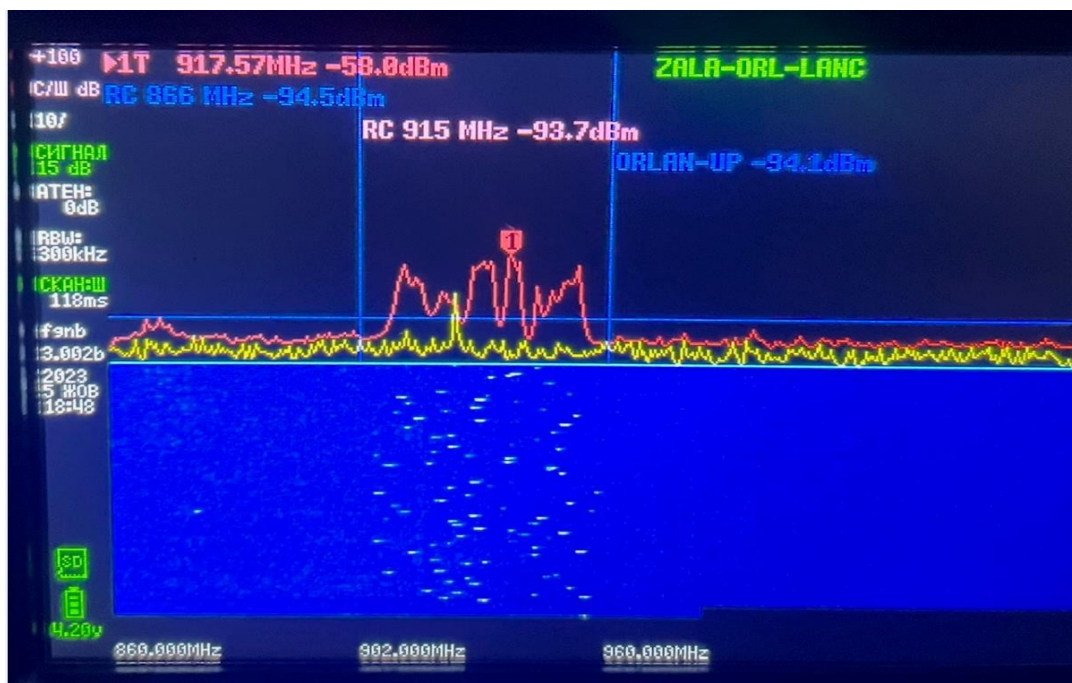
Прибор имеет множество настроек, но общая логика работы с ним проста: по вертикальной оси отображается уровень сигнала в децибелах, а по горизонтальной диапазон частот.

Поэтому любой сигнал будет отображаться "всплесками" на экране желтой линии. Красная линия добавлена, чтобы показать максимальные значения "всплесков".

Так, как сигналы могут очень быстро появляться и пропадать (а современные цифровые сигналы вообще сложно отследить по "всплескам") в приборе реализовано решение, которое называется "водопад". Под желтой линией на синем фоне Вы видите "развернутые во времени" сигналы, которые прибор уловил, а Вы глазом не успели заметить.

"Водопад" это ползучая вниз лента на которой ставятся отметки сигналов. Вам такой принцип знаком по прибору, делающему кардиограмму.

Чем сигнал сильнее, тем желтые всплески будут выше, а на водопаде точки будут жирнее и будут менять цвет на красный.



Примечание: Данное руководство может также применяться для работы с любыми SDR приемниками и анализаторами спектров, имеющими похожие характеристики.

2. Рекомендации по работе с прибором

Прибор является пассивным, ничего не излучает, и не фиксируется средствами РЭР противника.

1. Для более удобного и простого использования прибора на него следует установить специальную украиноязычную прошивку с полным набором готовых диапазонов и настроек. Прошивку и указания по установке и настройке можно получить у автора www.facebook.com/bkmit Обратите внимание, что автор защитил прошивку от противника и Вам нужно будет дать автору серийный номер своего прибора и потом после установки прошивки ввести в прибор код активации.
2. Полностью заряженный прибор работает от встроенного аккумулятора около 2 часов, для более длительной работы его следует подключить через провод "type C" к внешнему источнику питания. Время зарядки встроенного аккумулятора 1 час.
3. Прибор имеет встроенный усилитель сигнала (LNA, укр.МШП) если Вы используете внешний усилитель, то внутренний необходимо отключить, убрав галочку в меню.
4. Внешний усилитель рекомендуется применять с усилением 20-30 дБ. Обязательно обратите внимание на диапазон усилителя. Если Вам важен диапазон 5.8 ГГц, то внешний усилитель обязателен. С внутренним усилителем на 5.8 ГГц прибор работает плохо.



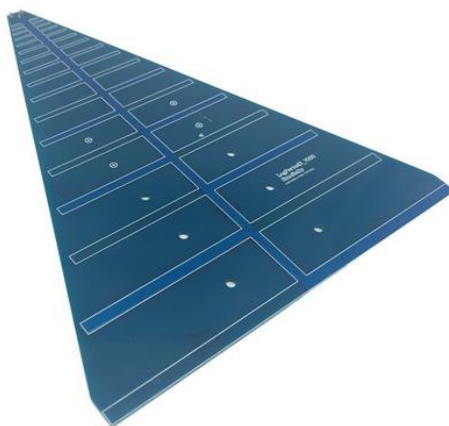
Усилитель сигнала

5. Прибор очень сильно отсвечивает на солнце, обязательно применяйте защитные козырьки и матовые пленки как вариант защиты.
6. Не подносите прибор к антидроновому ружью ближе 3 метров и не направляйте антенну прямо на них.
7. К прибору допускается подключение любых антенн и фидеров сопротивлением 50 Ом через стандартный разъем типа SMA. Для пеленгации источников сигнала и усиления слабых сигналов Вам нужны направленные антенны (например, волновой канал), которые настроены на нужный диапазон. Например, для приема сигналов российских БПЛА и FPV подойдут антенны диапазона 900 МГц от усилителей сигнала мобильной связи. Для приема сигналов дронов на 2.4 ГГц и 5.8 ГГц подойдут направленные антенны от WiFi.



Направленная антенна волновой канал

8. Известная логопериодическая антенна "треугольник" является компромиссной. Она работает на всех диапазонах, но имеет слабое усиление и не позволяет точно пеленговать объекты.



9. На Youtube Вы найдете много видео уроков по пользованию прибором.

10. Пример варианта подключения Анализатор + Усилитель + Павербанк + антенна на 2.4ГГц



11. Антенны передатчиков имеют определенную поляризацию. Поэтому при приеме сигналов поворачивая антенну вокруг оси горизонтально или вертикально Вы можете достичь значительного улучшения приемного сигнала.

Работать сначала нужно с вертикальным положением антенны.

3. Практическое боевое применение

Портативный анализатор спектра Tiiny SA Ultra может быть использован для следующих направлений военной деятельности:

А. Проверка частотных диапазонов на наличие помех или наличия активности РЭБ (как своего и чужого)

- по сигналам спутниковой навигации (подавление модуля GPS Старлинк)
- по частотам связи и приемными частотами ретрансляторов UHF и VHF
- каналами управления БПЛА
- каналами приема видеосигналов от БПЛА

Б. Фиксация и идентификация крылатых разведывательных БПЛА с возможностью их пеленгации

В. Фиксация и идентификация крылатых ударных БПЛА с возможностью их пеленгации (Ланцент, Зала)

Г. Фиксация с возможностью пеленгации квадрокоптеров FPV дронов, DJI,

AUTEL Д. Фиксация с возможностью пеленгации точек WiFi на позициях

противника Е. Пеленгация источников сигналов методом триангуляции

- сигналы спутниковой навигации
- частоты связи и приемные частоты ретрансляторов UHF и VHF
- каналы управления БПЛА
- каналы приема видеосигналов от БПЛА

3.1 Проверка частотных диапазонов на наличие помех или наличие активности РЭБ

Проверка частотного диапазона на предмет наличия помех или наличия активности РЭБ (как своего так и чужого) по частотам связи и приемным частотам ретрансляторов UHF и VHF

Противник может ставить активные помехи в диапазонах 136-174 МГц и 420-470 МГц с целью помешать радиообмену. Поскольку мы используем цифровой вид связи стандарта DMR, мы не можем распознать наличие таких помех без анализа спектра. В аналоговой связи такую активность можно было распознать в виде усиленных шумов и посторонних звуков. В цифровом формате мы не услышим шумов, но расстояния связи сильно сократятся. Постоянный контроль эфира поможет нам зафиксировать активность РЭБ противника и своевременно изменить частоты на запасные.

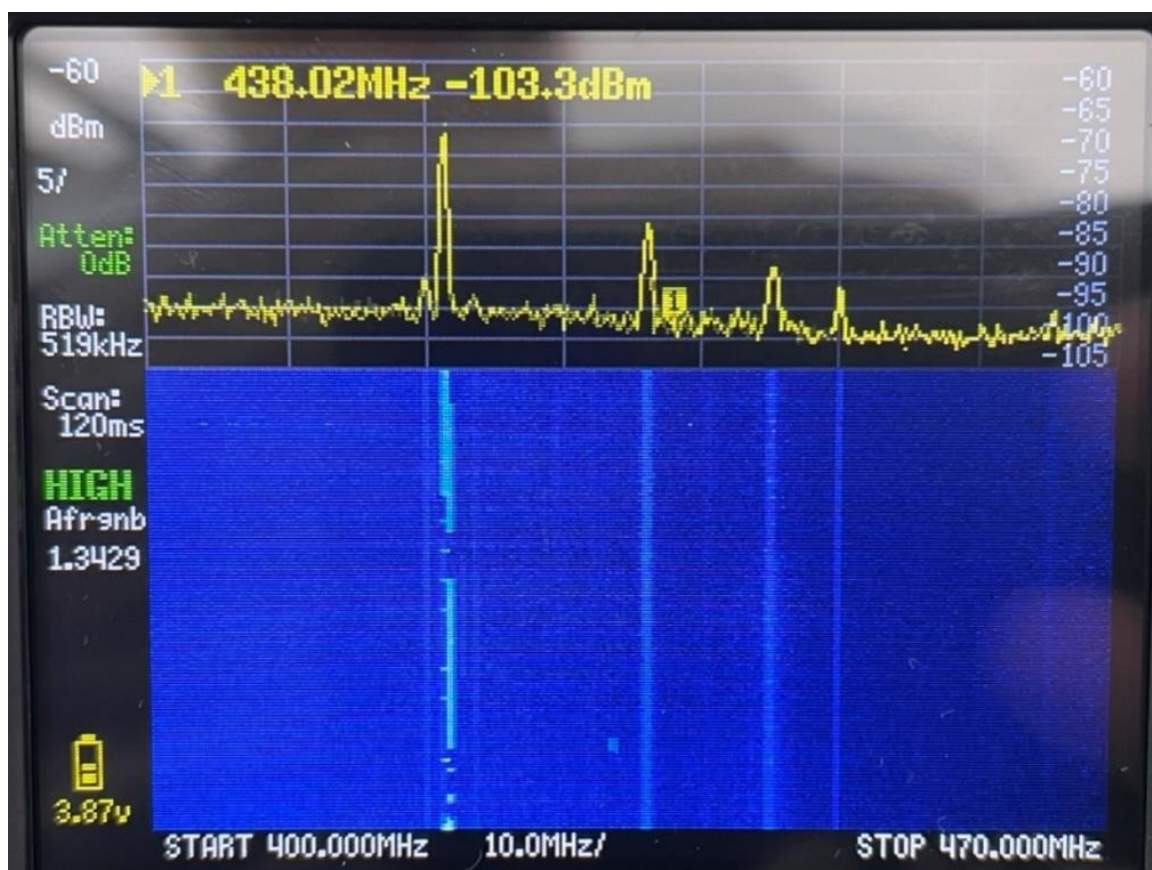
Более тяжелой является ситуация с формированием противником помех на приемных (входных частотах радиоретранслятора). Это приведет к тому, что ретранслятор не будет слышать дальние станции, а возможно и близкие. Без анализа спектра быстро определить причину будет сложно.

Также анализ спектра позволяет связистам выбрать самую чистую приемную частоту. Потому что на активных фронтах эфир плотно загружен, и Вам могут мешать передатчики соседних подразделений.

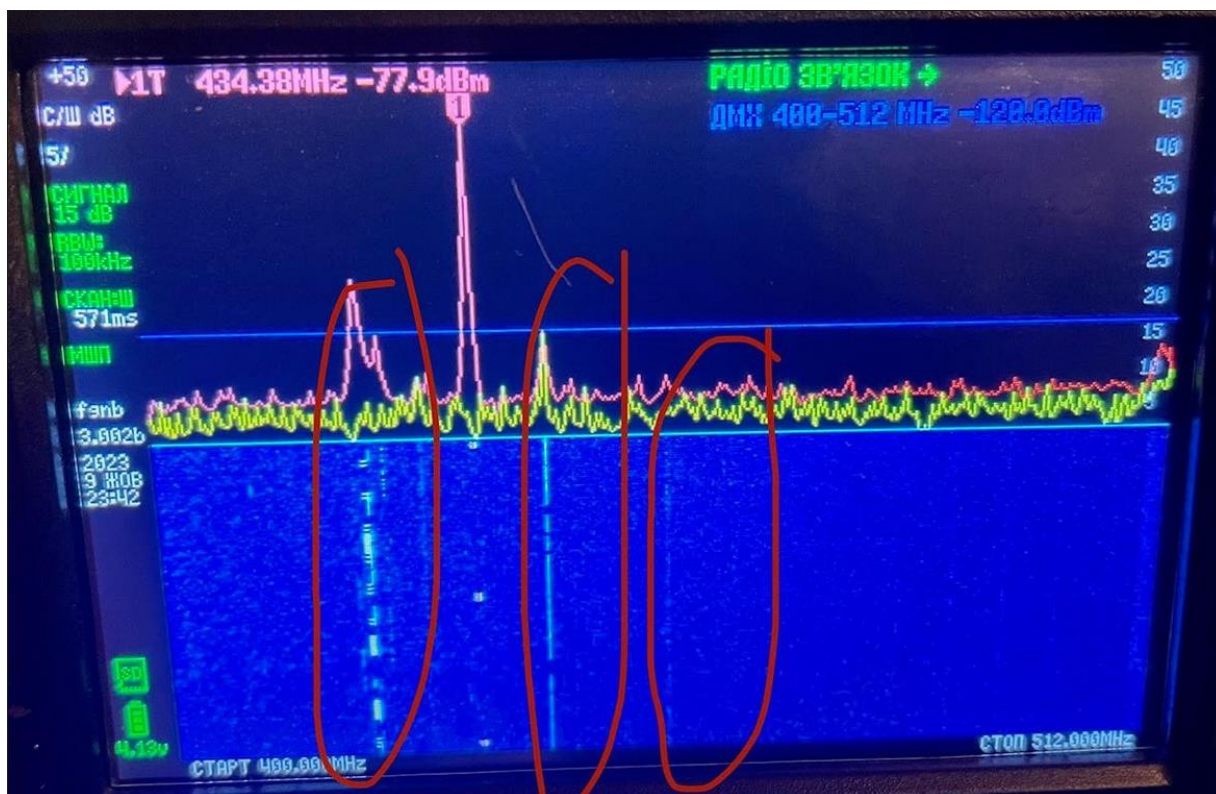
Применение

Необходимо выставить нужный диапазон и вращая колесико найти Вашу частоту и убедиться, что на ней нет помех. Если помеха есть, необходимо изменить частоту. Часто бывает так, что в диапазоне VHF и UHF периодически работают мощные источники помех (например, РЛС П-18), которые не дадут Вам организовать нормальную связь на конкретном участке фронта и Вам придется подбирать частоты. То есть мало посмотреть частоту один раз, за ней следует следить в течение времени.

Пример: состояние эфира в диапазоне UHF. Сразу видны помехи и занятые частоты.



Пример: состояние эфира в диапазоне UHF.

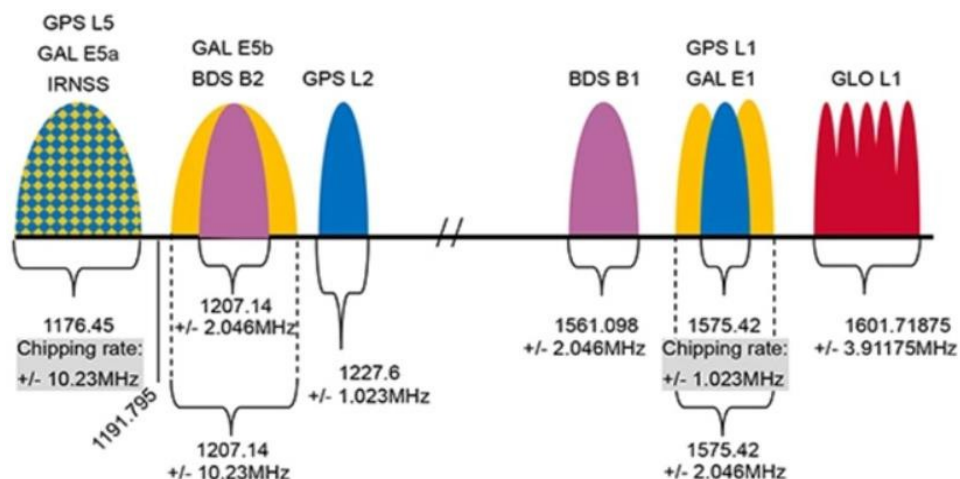


Антенны

Можно использовать любые антенны VHF или UHF диапазона. Для проверки частоты приема ретранслятора устройство нужно подключить к кабелю антенны ретранслятора через переходник.

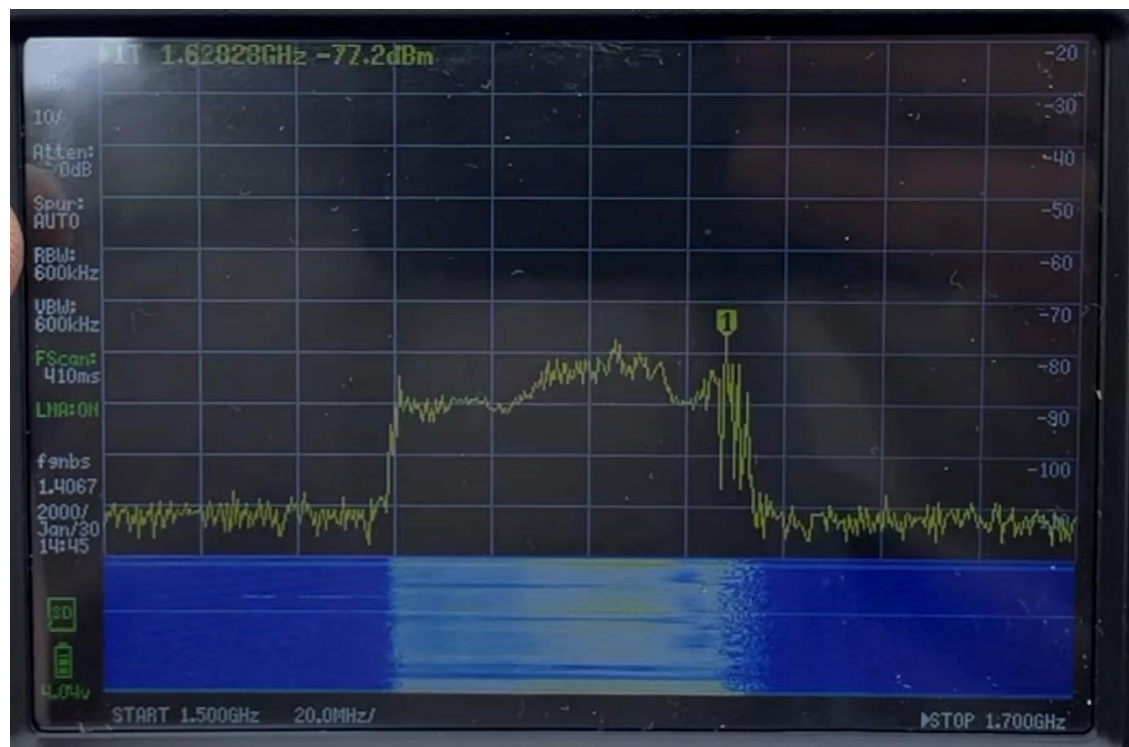
3.2 Проверка частотных диапазонов на наличие помех или активности РЭБ (как своего так и чужого) по сигналам спутниковой навигации

Если Вам необходимо понять, подавляет ли РЭБ частоты спутниковой навигации в Вашей местности, нужно "посмотреть" на следующие частоты:

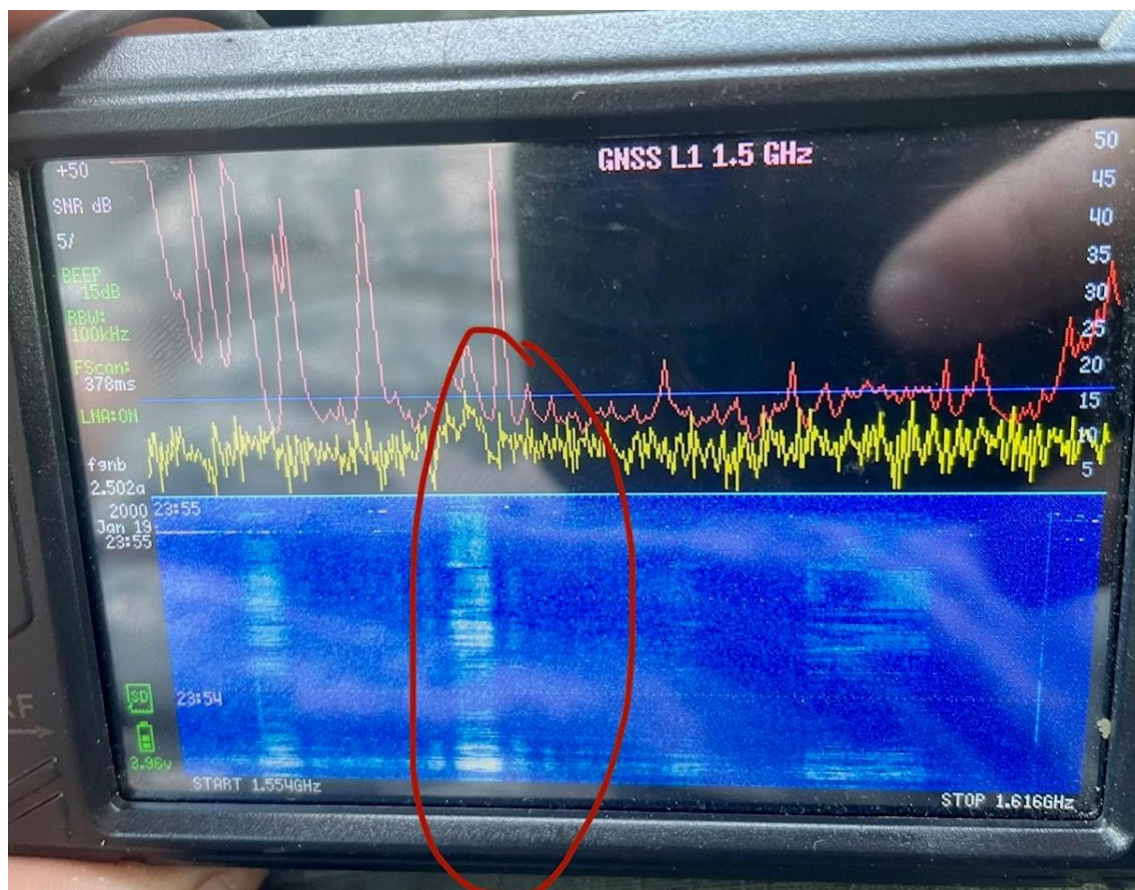


Частоты: GPS L1 1575 МГц GPS L2 1227 МГц GPS L5 1176 МГц ГЛОНАСС L1 1602 МГц ГЛОНАСС L2 1245 МГц

Пример: РЭБ на частотах навигации GPS и ГЛОНАСС 1.54-1.64ГГц



Пример: РЭБ на частотах навигации



Следует учитывать, что на земле Вы с большой вероятностью не увидите помехи и надо проверить эфир хотя бы на 10 метров над уровнем земли.

Если прямо на земле Вы видите сигналы РЭБ по частотам навигации это означает, что

- РЭБ РФ стоит где-то рядом, вероятнее всего на возвышенности или на здании или на вышке мобильной связи
- Вы не сможете взлететь на дроне, который не подготовлен
- Ваш Старлинк будет плохо работать (в меню Старлинка нужно выбрать синхронизацию по своим спутникам)
- Вы можете найти прибором место с минимальным уровнем сигнала от РЭБ

Применение

Выставить на приборе диапазон частот, в котором работает спутниковая навигация. Проверить наличие помех на навигационных частотах. Также можно найти прибором место с минимальным уровнем сигнала от РЭБ

Антенны

Можно применять логопериодическую антенну или антенну Вивальди

3.3 Проверка частотных диапазонов на факт наличия помех или наличия активности РЭБ (как своего так и чужого) по каналам управления БПЛА и каналам приема видео сигнала

Перед вылетом, пилот БПЛА должен убедиться, что рядом с точкой вылета не работает РЭБ, который глушит каналы управления, телеметрии и видео. Иначе БПЛА отлетит некоторое расстояние и сигнал от него будет потерян. Бывает что это работает наш украинский РЭБ.

Применение

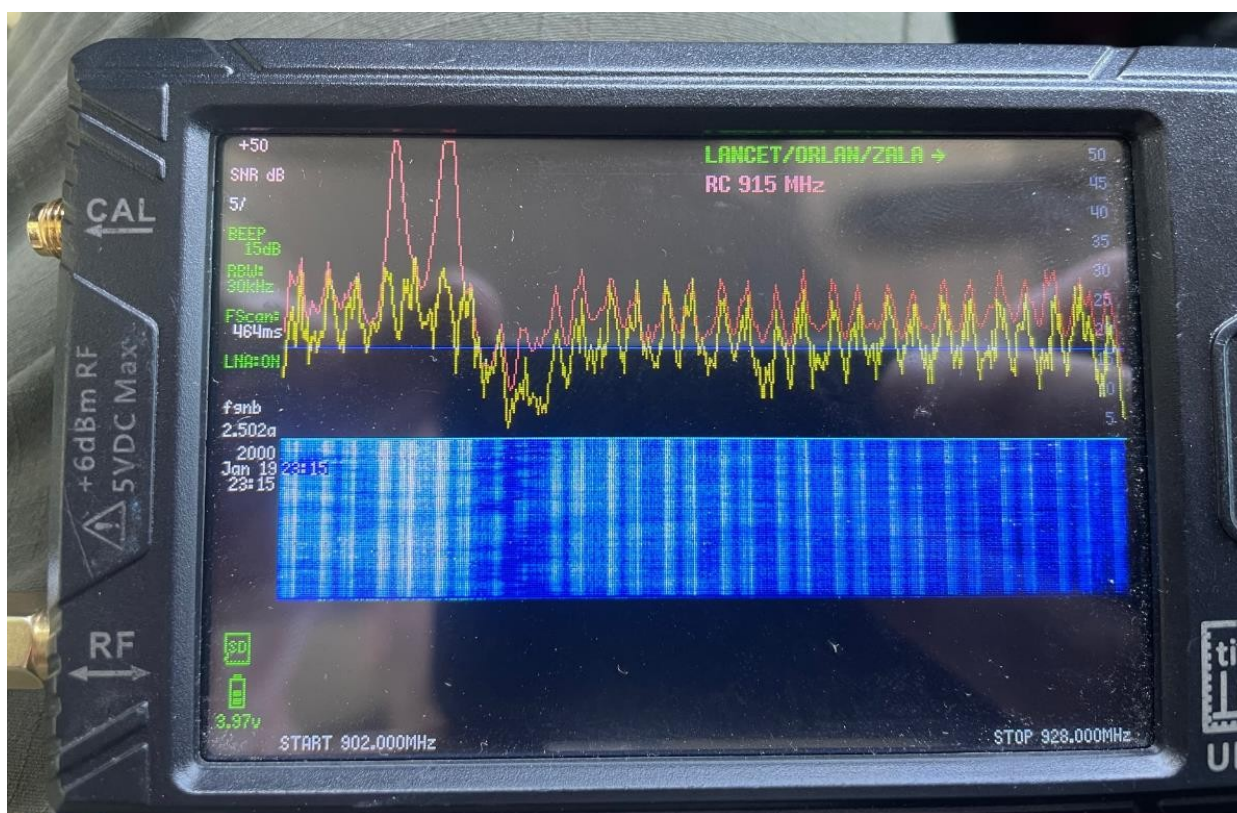
Нужно знать диапазон частот в котором работает Ваш БПЛА (если это крыло) и посмотреть его на анализаторе спектра. Вы сразу увидите, есть ли признаки работы РЭБ в эфире. На практике наш РЭБ давит обычно диапазон 900 МГц (там летают кроме БПЛА РФ наши FPV и часть наших крыльев). Также РЭБ может давить диапазон 2.4 ГГц, 5.8 ГГц, на котором летают DJI и диапазон 5.8 ГГц, на котором передается видеосигнал от FPV.

Вторая часть проблемы - это перегрузка диапазона 5.8 ГГц что плохо для приема видео от FPV дронов. Вокруг Вас летают сотни дронов, которых Вы не видите, но они создают помеху на Ваш приемник. Осмотрите диапазон и если на 5.8 ГГц есть помехи, выберите канал, на котором нет помех.

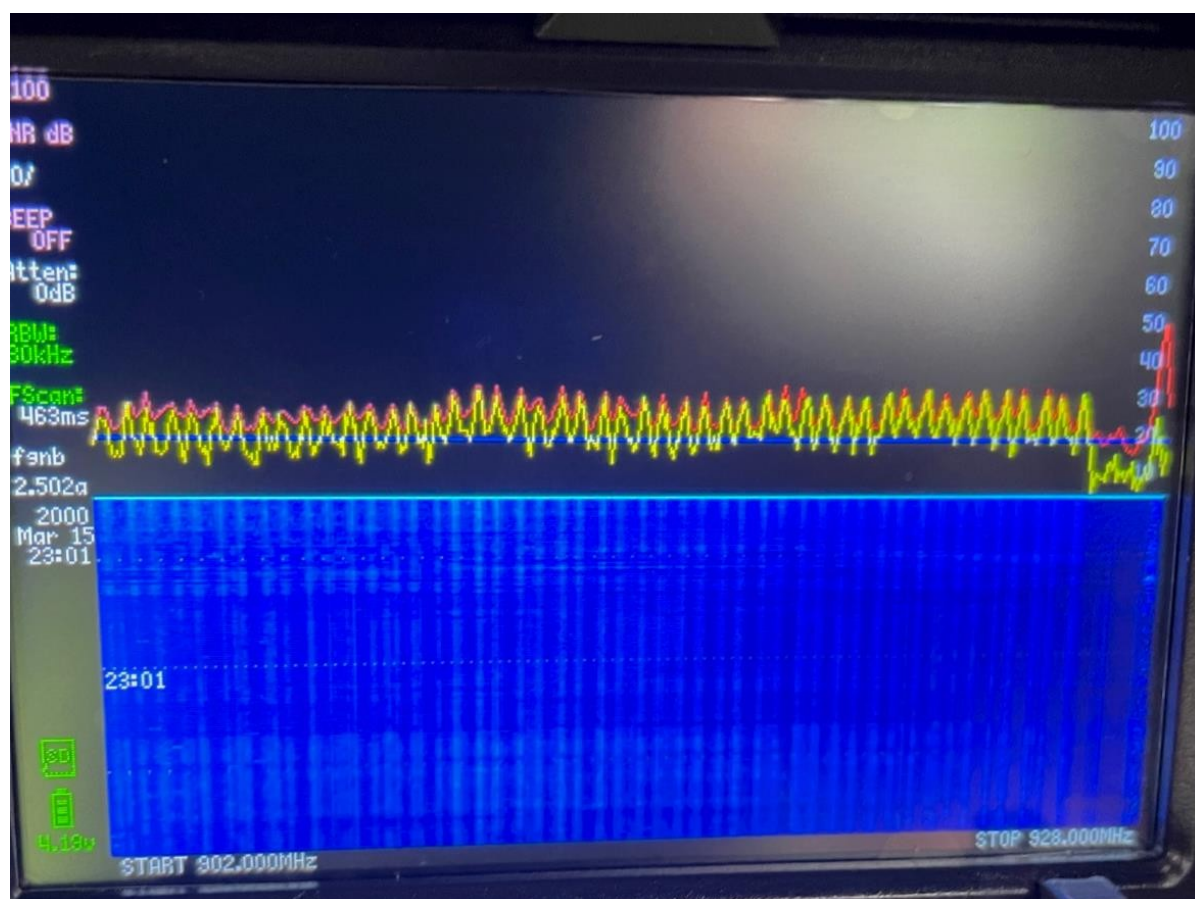
Антенны

Можно использовать как универсальную антенну, так и антенну настроенную на конкретный диапазон

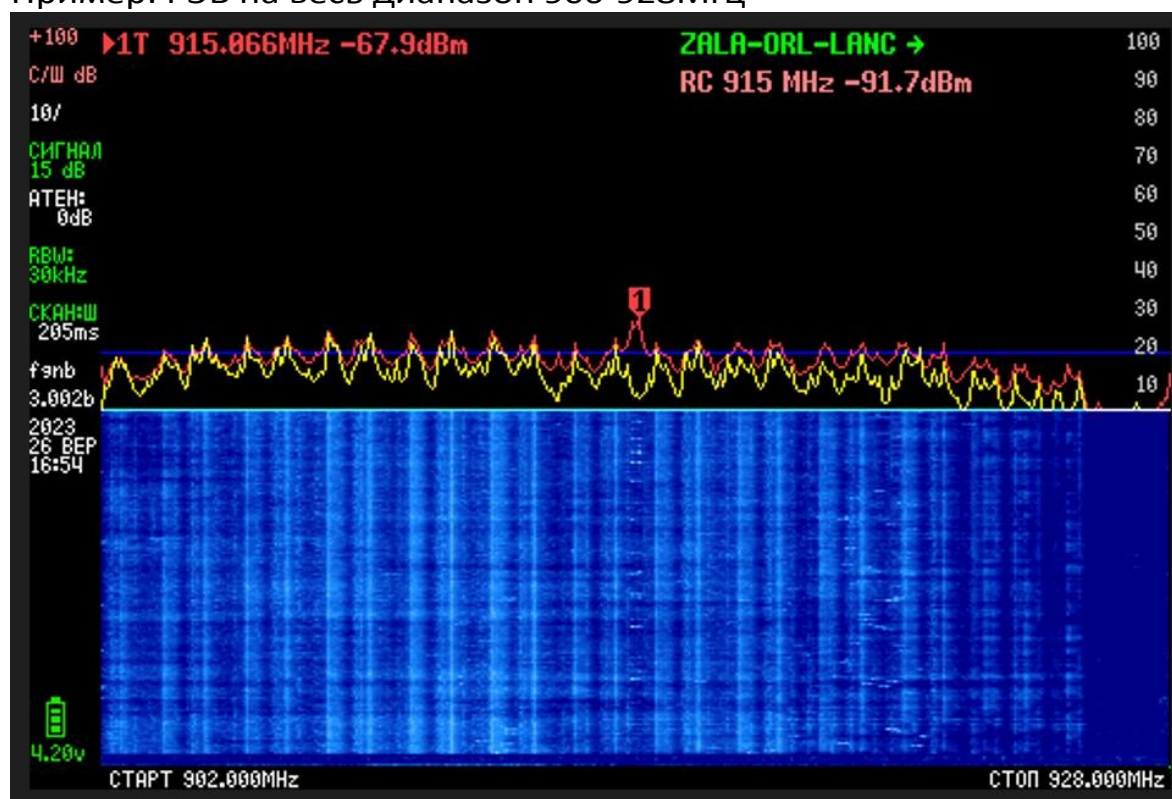
Пример: РЭБ на весь диапазон 900-928Мгц



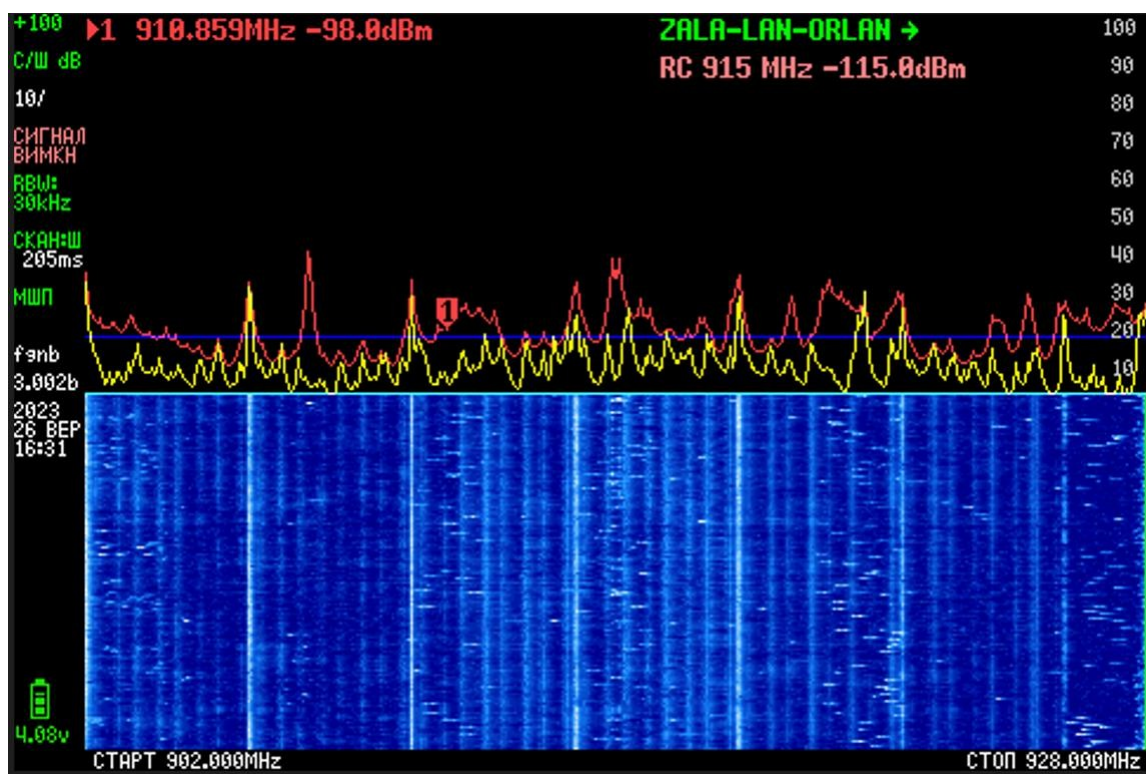
Пример: РЭБ на весь диапазон 900-928МГц



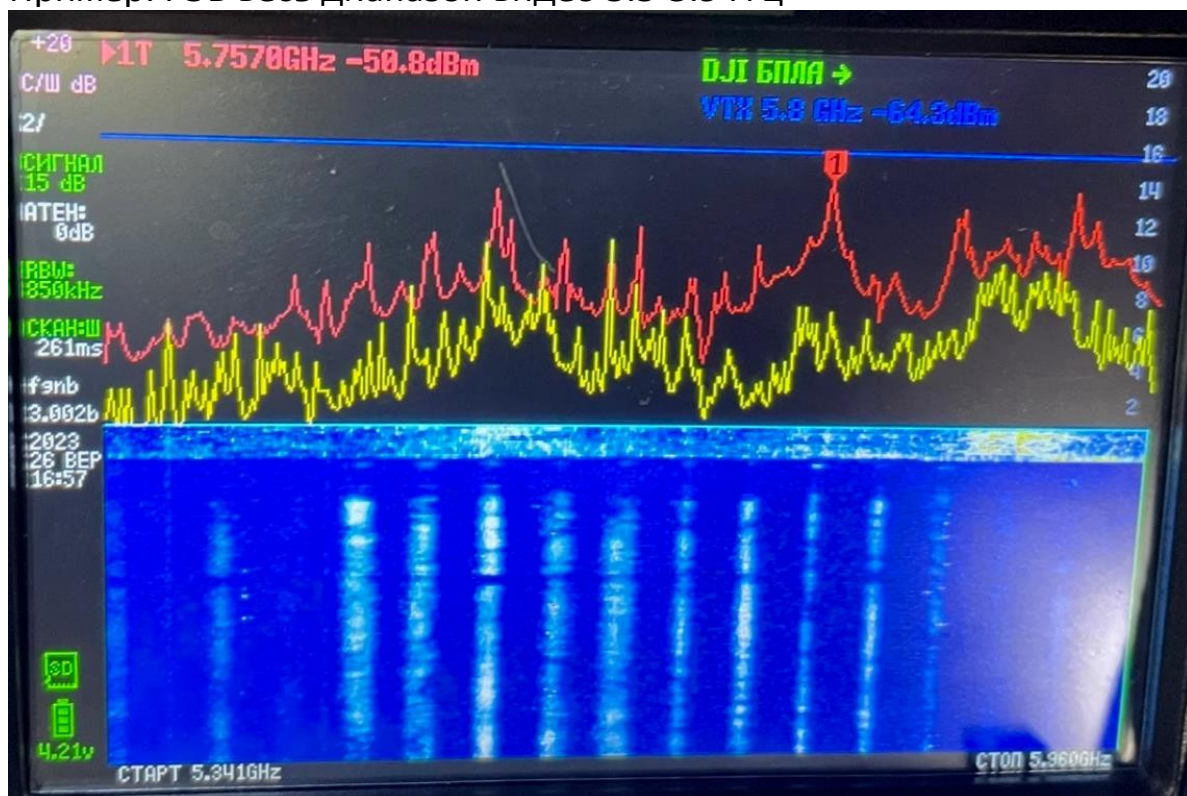
Пример: РЭБ на весь диапазон 900-928МГц



Пример: РЭБ на весь диапазон 900-928МГц "через который" пытаются работать БПЛА РФ



Пример: РЭБ весь диапазон видео 5.5-5.9 ГГц



Пример: несколько Орланов и четкий сигнал похожий на Суперкам, но полосок 8, а не 10. И частоты другие. Это наш "Посейдон".

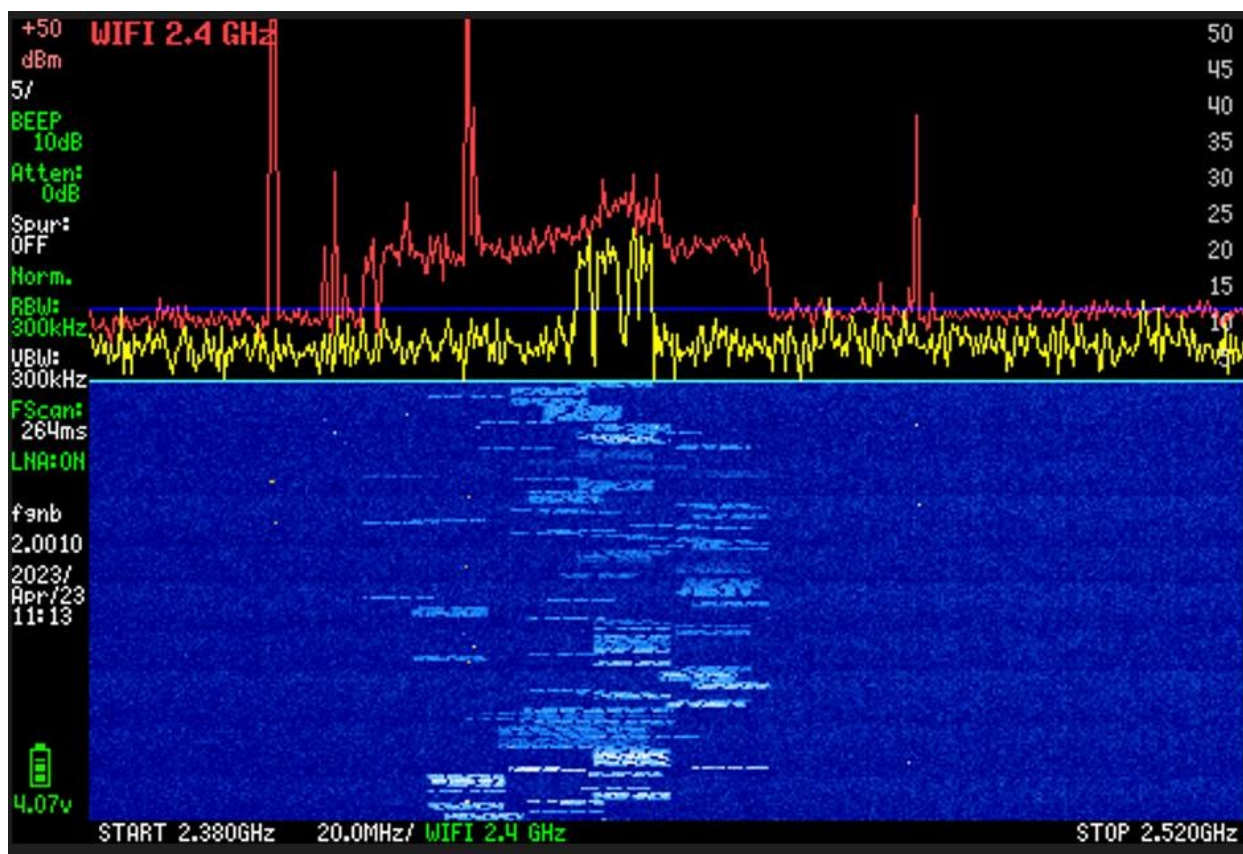


3.6 Фиксация с возможностью пеленгации квадрокоптеров DJI, AUTEL

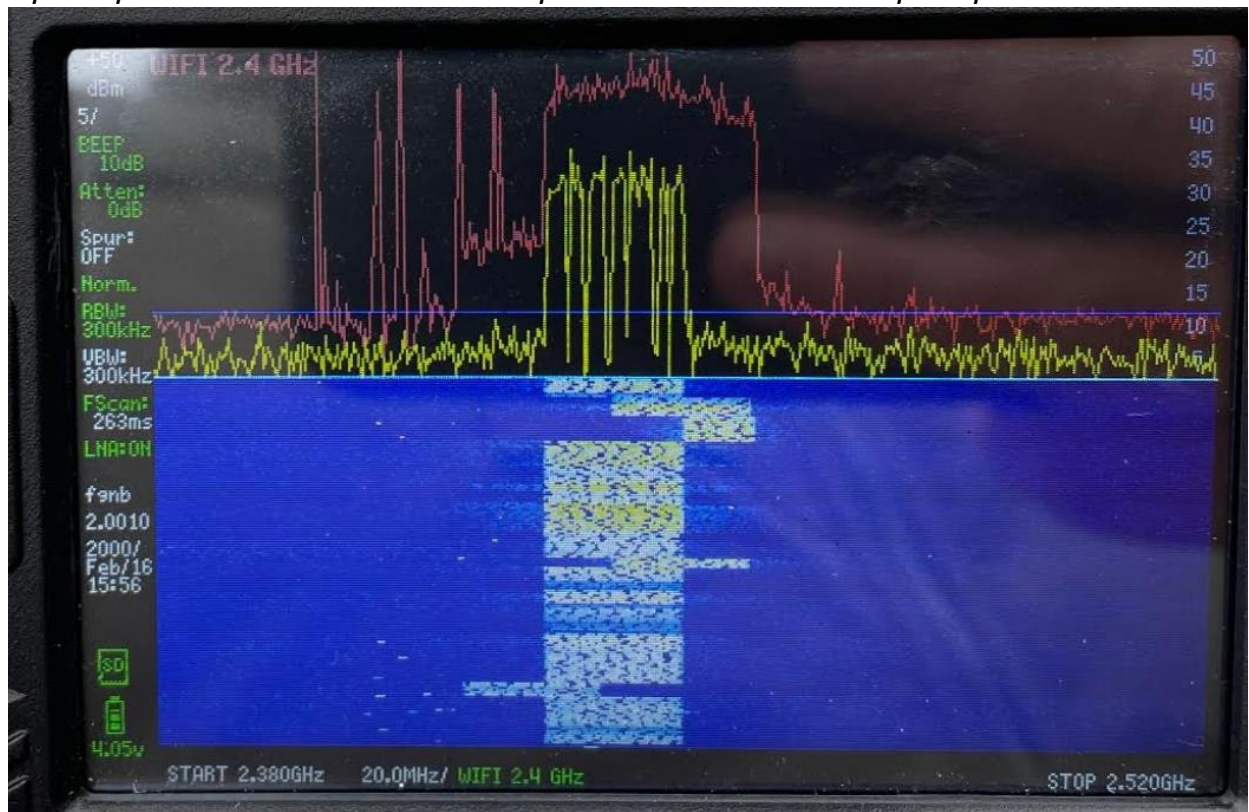
Практически все квадрокоптеры летают с управлением в частотном диапазоне 2.4 ГГц, 5.2 ГГц, 5.8 ГГц. При этом стоит заметить, что дальние полеты осуществляются только в диапазоне 2.4 ГГц. Исключением является дрон Autel4T, который может управляться в диапазоне 900 МГц.

Дрон в полете фиксируется прибором на расстоянии до 3 километров и легко может быть запеленгован. Современные дроны используют технологию ППРЧ и в процессе полета диапазон работы дрона может перемещаться влево и вправо, как это видно на рисунке ниже.

Пример: сигнал от DJI Mavic на расстоянии 2 км. Дрон перемещается по спектру, выбирая наилучшие частоты.

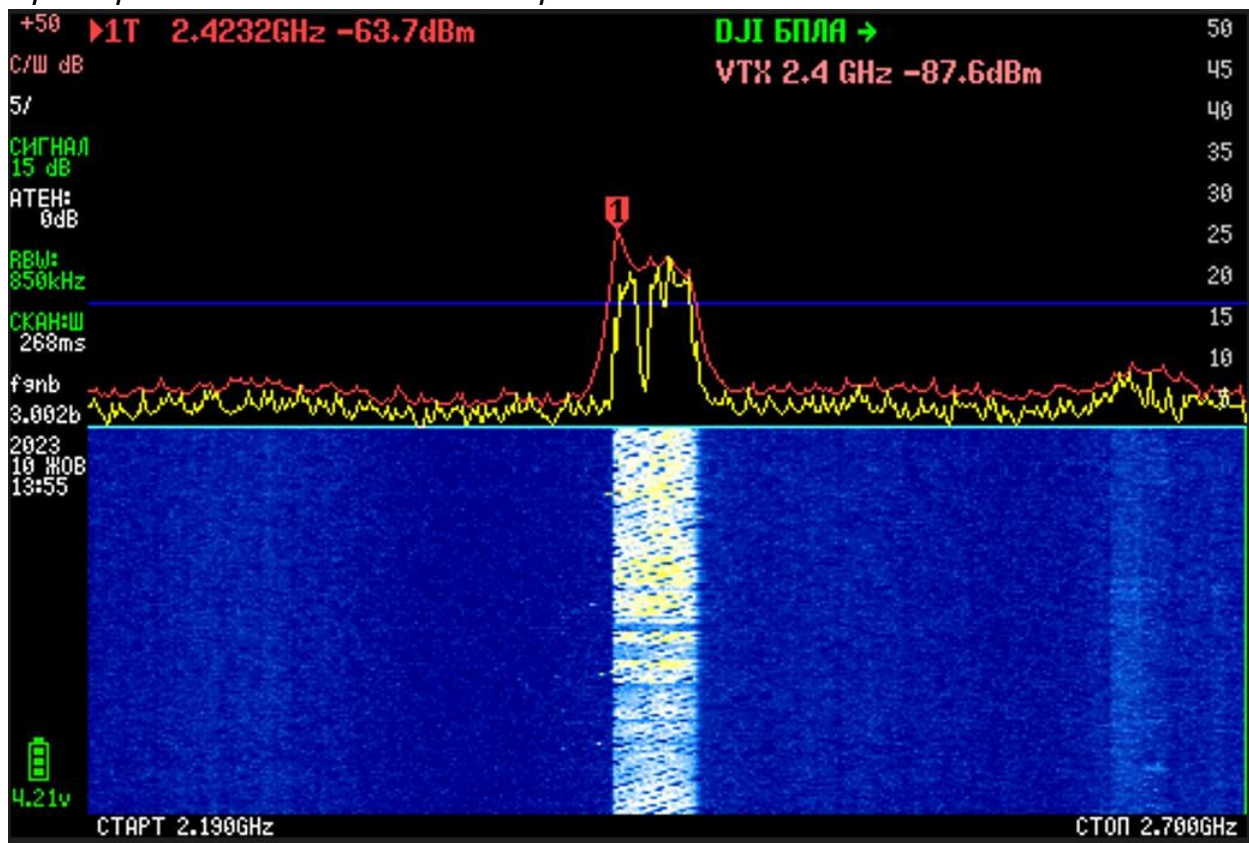


Пример: сигнал от DJI Mavic на расстоянии километр на расстоянии

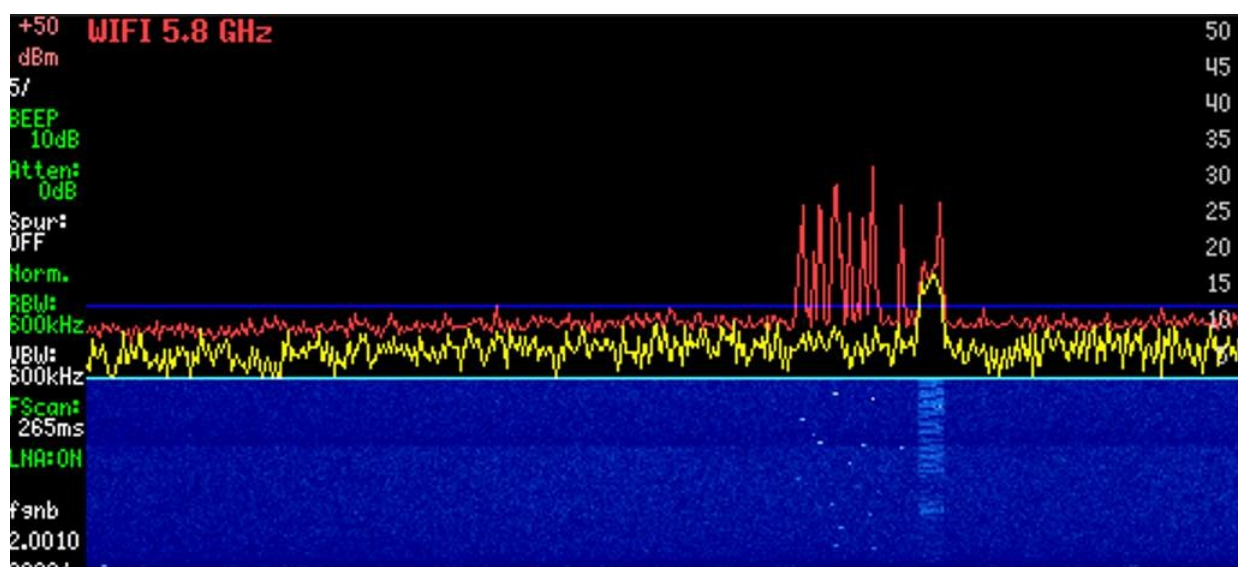


километр

Пример: сигнал от DJI Mavic на расстоянии 500м



Пример: сигнал от DJI Mavic на расстоянии 2 километра в диапазоне 5.8 ГГц



3.7 Фиксация с возможностью пеленгации

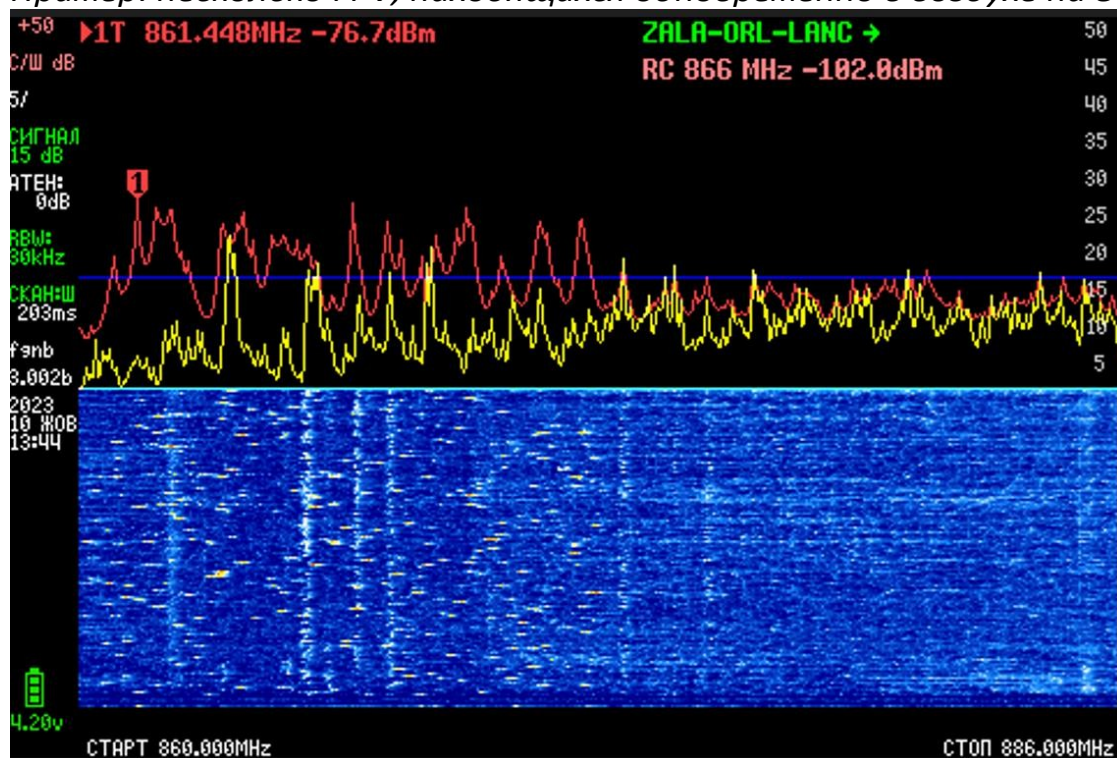
квадрокоптеров FPV Канал управления FPV дронами

FPV дроны протоколов ELRS и TBS CROSSFIRE работают:

- "диапазон 868" ППРЧ в области 860-886 МГц
- "диапазон 915" ППРЧ в области 902-928 МГц

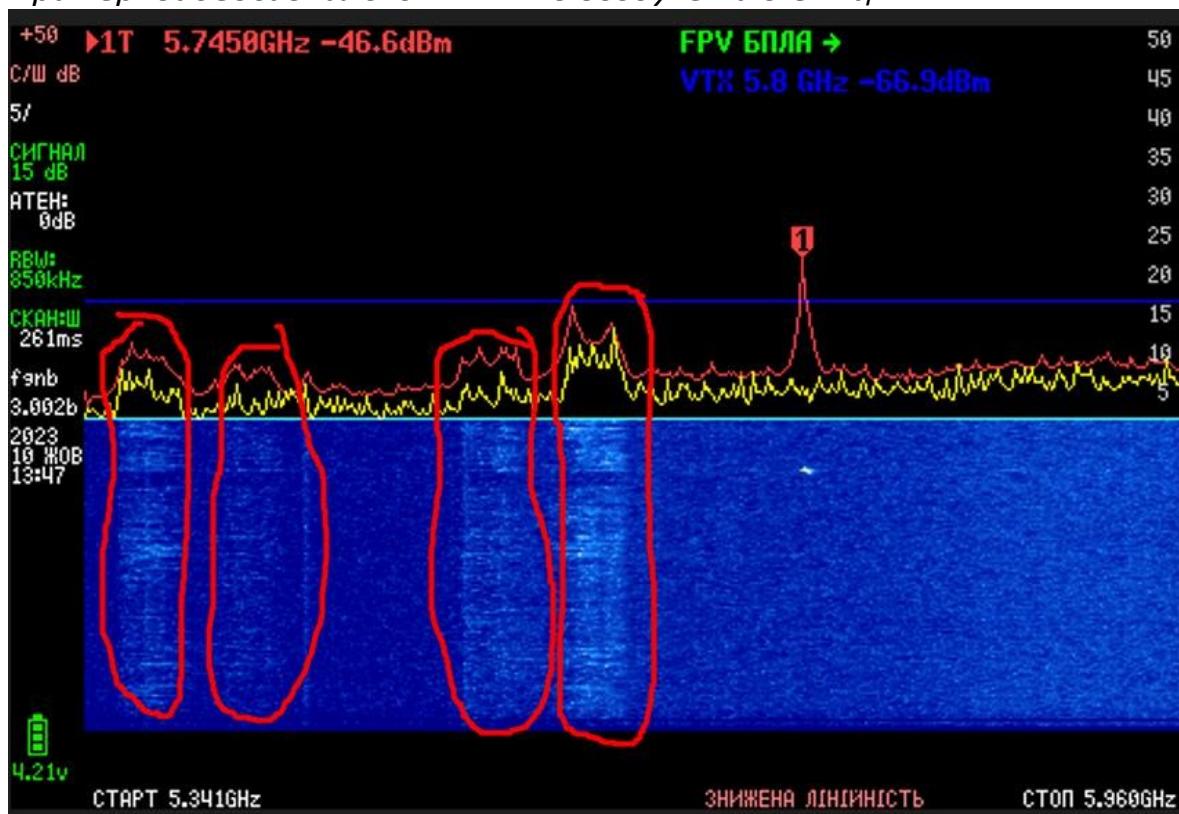
На этих частотах излучает пульт и дрон передает телеметрию. Если телеметрия выключена, то дрон передает только видеосигнал на 5.8, 1.3 или другом диапазоне

Пример: несколько FPV, находящихся одновременно в воздухе на 860-886



МГц

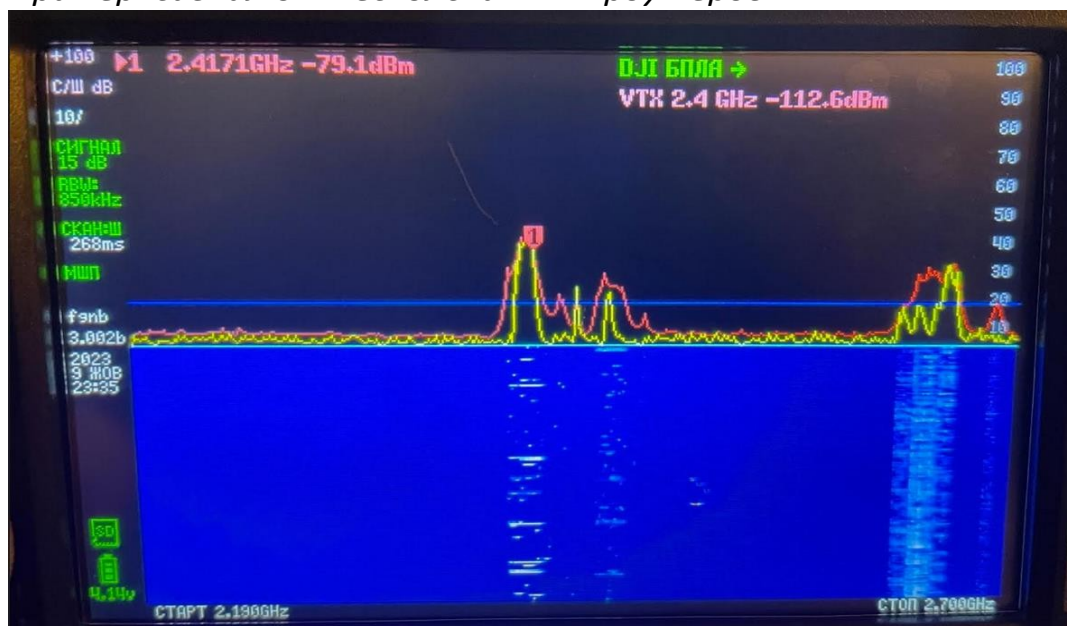
Пример: видеосигналы от 4 FPV в воздухе на 5.8 ГГц



3.8 Фиксация с возможностью пеленгации точек WiFi на позициях противника

Прибор позволяет фиксировать источники WiFi сигнала на позициях противника. Данные источники вероятнее всего расположены на командных пунктах и РОП противника. Источники WiFi определяются достаточно далеко, но наличие большого количества БПЛА на активных участках фронта будет мешать определению точек WiFi

Пример: сигнал от нескольких WiFi роутеров



3.9 Другие варианты применения

Прибор может применяться для выполнения других задач по обнаружению:

- Радиостанции на бронетехнике противника в диапазоне 30-70 МГц
- телефонов спутниковой связи
- проверки полосы работы антидронных ружей
- закладок и маяков на технике и "волонтерских" грузах
- проверки скрытого выхода в эфир трофейных радиостанций
- проверки диапазонов частот в которых работает мобильная связь и юстировка антенн усилителей мобильной связи на вышки операторов

4. Пеленгация источников сигналов

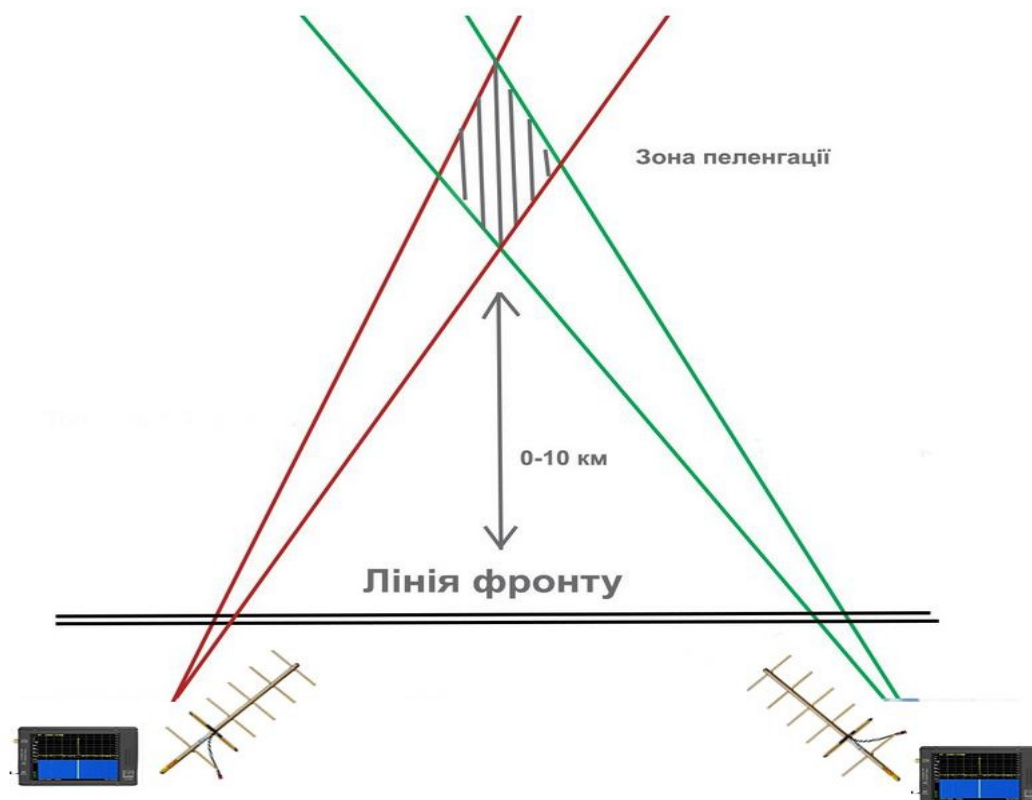
Пеленгация источника помех или сигнала может осуществляться классическим методом триангуляции.

Для этого Вам нужно настроить анализатор на нужный диапазон и вращая направленную антенну по кругу, выбрать направление с самым сильным сигналом. Отметить пеленг (азимут) на карте или в Крапиве. Повторить тот же процесс на другой точке, отъехав несколько километров. Пересечение двух пеленгов даст Вам местоположение объекта.

В идеале нужно делать пеленгацию с высот, чтобы сигнал был достаточно сильный. Также лучше взять не два, а три пеленга для увеличения точности.

Для точности пеленгации Вам нужна антенна с узкой диаграммой направленности. Для этого хорошо подходит антенна волновой канал (Yagi). Безусловно, точность пеленгации будет низкая (по сравнению с пеленгаторами Пластун или TCI) но вполне достаточна, чтобы определить приблизительную зону источника сигнала и "доразведать" ее огнем артиллерии или БПЛА.

Пеленгацию нужно проводить на расстоянии нескольких метров от крупных металлических или железобетонных объектов.



5. Определение расстояния до цели

Определить расстояние до источника сигнала можно по уровню сигнала. Это будет лишь приблизительное понимание расстояния.

На уровень сигнала будет влиять тип антенны, наличие кабеля между антенной и прибором, коэффициент усиления малошумного усилителя, место приема и мощность передатчика. Поэтому фактически Вы сможете по своему опыту через какое-то время понимать дистанцию, но только приблизительно.

Когда на водопаде сигнал едва заметен, то уровень очень слабый и источник далеко.

Когда сигнал стал четкий, то расстояние до объекта уменьшилось.

Когда сигнал на водопаде желтый, то уровень очень сильный. При этом пики всплесков зашкаливают на весь экран. Это означает что источник от Вас буквально в пределах километра.

Эти соотношения уровней сигналов и расстояний разные для разных целей. Для Мавиков одно, для Орланов другое. Поэтому здесь Вам поможет только личный опыт. ТВ

