



# Приложение «FPV ПВО»

Учебный экспериментальный материал для подготовки личного состава расчетов FPV БпАК в целях противовоздушной обороны для противодействия вражеским разведывательным БпЛА к материалу "Тактика применения FPV УБпАК. Версия 2.3"

# Содержание

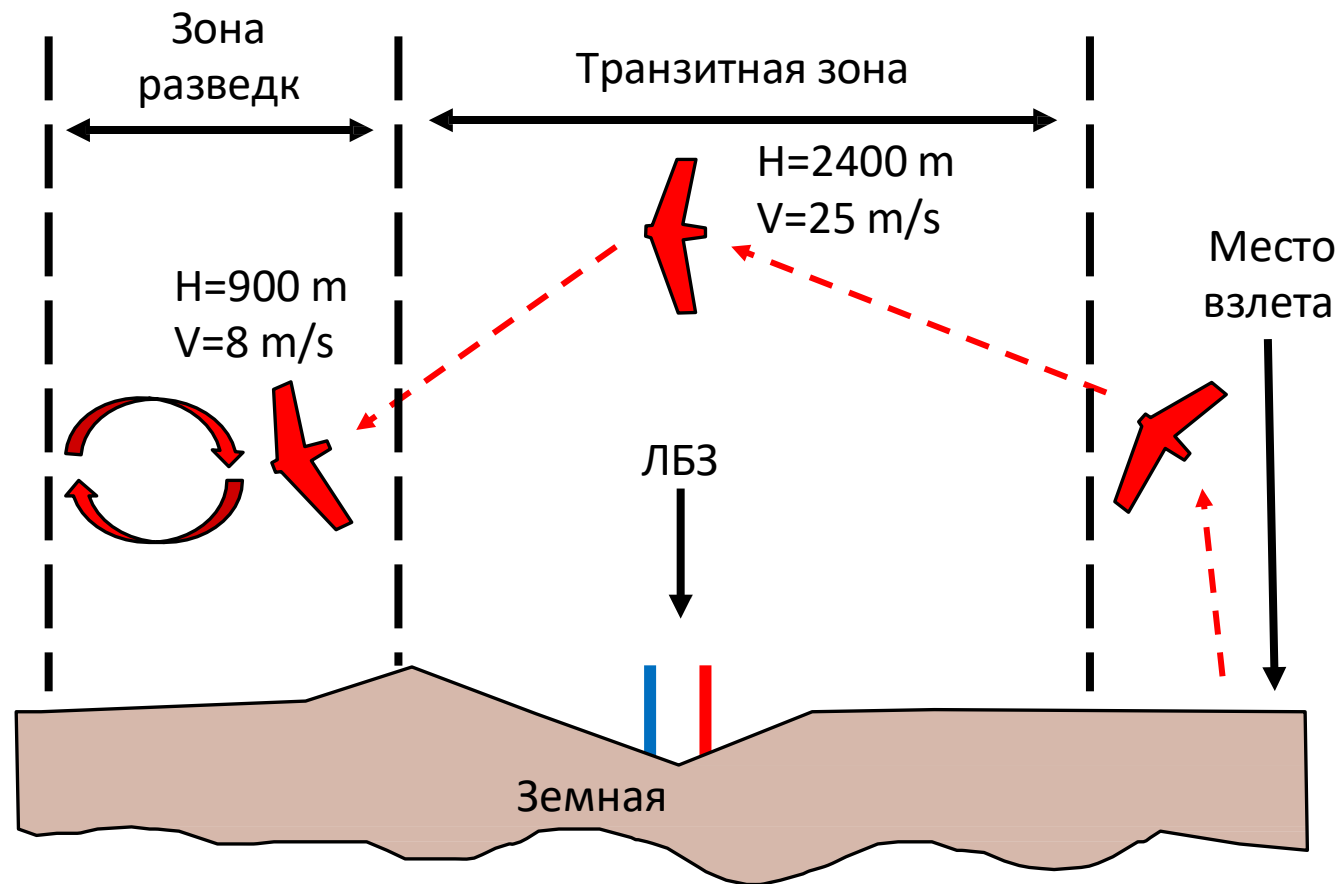
---

1. Проблематика.
2. Выявление и целеуказание.
3. Особенности управления и выбора места работы.
4. Рекомендации по конфигурации FPV БпАК с  
БпЛА квадрокоптерного типа.

# Проблематика

Противодействие разведывательным БПЛА врага при использовании FPV БПАК выявило несколько закономерностей, опирающихся на тактико-технические характеристики цели и привлеченного для сбития средства:

- i. Разведывательные БПЛА врага типа «крыло» различных видов и глубины разведки (Орлан, Zala, Supercam и др.) редко развивают скорость больше 30 м/с (115,2 км/ч). При этом высота полета может колебаться от нескольких сот метров до 4 км (в зависимости от вида БПЛА и участка местности). Максимальные изменения и значения скорости и высоты наблюдаются при перелетании транзитных участков, в которых разведка не выполняется.



# Проблематика

- i. Разведывательные БПЛА вынуждены снижаться и сбрасывать скорость для проведения детальной разведки местности. Они могут заходить в так называемый «лойтер», то есть кружить вокруг зоны интереса маршрутами, которые могут отличаться геометрически. «Лойтер» может повторяться один или несколько раз и именно на нем вражеский БПЛА является наиболее уязвимым для перехвата.
- ii. Распространена высота разведки для вражеских БПЛА самых распространенных современных типов: Zala 600-900 м, Орлан 1 - 2 км, Supercam



800-1300 м.

# Проблематика

- i. Как было обнаружено, большинство квадрокоптеров FPV по своим тактико-техническим характеристикам физически способны выполнять перехват разведчиков на любом участке их траектории при использовании самых базовых настроек и агрегатов, при использовании меньшего боеприпаса, чем требует наземная цель, и желательно с батареей типа LiPo, вместо распространенных LiOn (что улучшит, но не повлияет критически на применение).
- ii. А наиболее трудной, и ресурсоемкой задачей оказалось целеуказание и наведение БПЛА на цель, движущуюся



динамически  
пространстве.

в

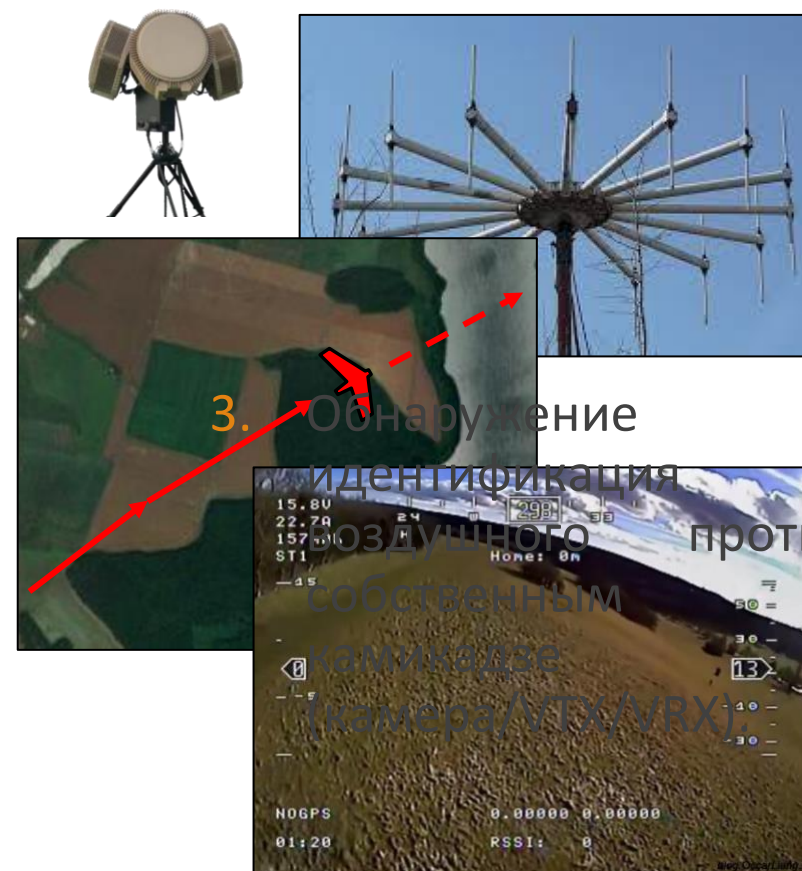
трехмерном



# Выявление и целеуказание

Целеуказание для FPV квадрокоптера в современных условиях состоит из трех неотъемлемых компонентов, которые в будущем будут зависеть от уровня организации профильных подразделений и автоматизации технических средств:

1. Обнаружение и идентификация воздушного противника радиотехническими средствами (пеленгаторами или РЛС).
2. Наведение на воздушного противника своего FPV-камикадзе через согласование информации с радиотехническими средствами и видео с OSD FPV-камикадзе.



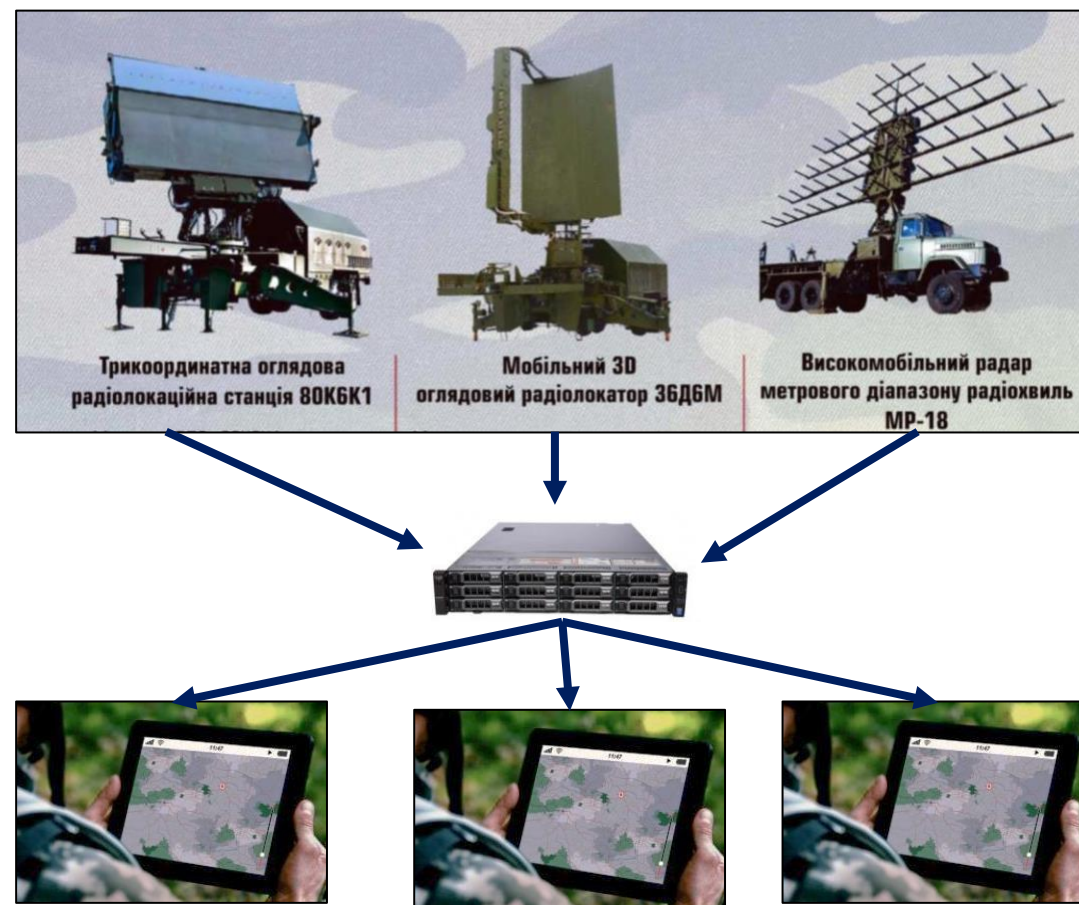




# Выявление и целеуказание

Система обнаружения воздушного противника (далее ПП) опирается на средства пеленгации и РЛС различных структурных ветвей СОУ. Результат обнаружения, в зависимости от источников, выводится в определенную систему осведомленности оперативно-тактического или стратегического уровня, вроде ПО «Графит» или ПО «Вираз».

Эта информация, в зависимости от того каким комплексом она добыта, и что из себя представляет воздушный противник, обычно поступает и обновляется с задержкой, связанной с цепью передачи информации от «сенсоров» (пеленгаторов/РЛС) к системе обработки данных и к конечному пользователю с соответствующим ПО. Такую информацию актуально использовать для подтверждения наличия ЧП, а также для выявления момента, когда возможно включение отдельной тактической РЛС для кратковременного и точного

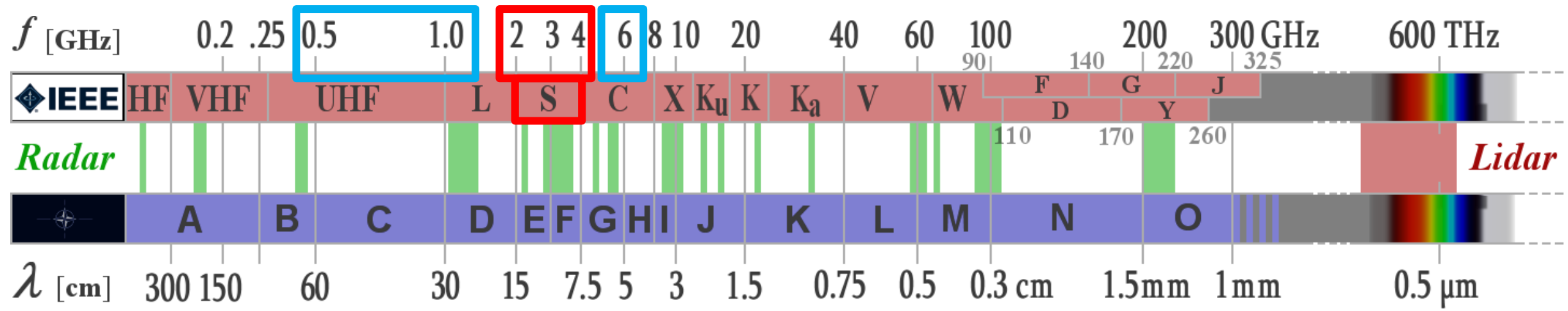


выяснения местонахождения и передвижения ЧП.

# Выявление и целеуказание

---

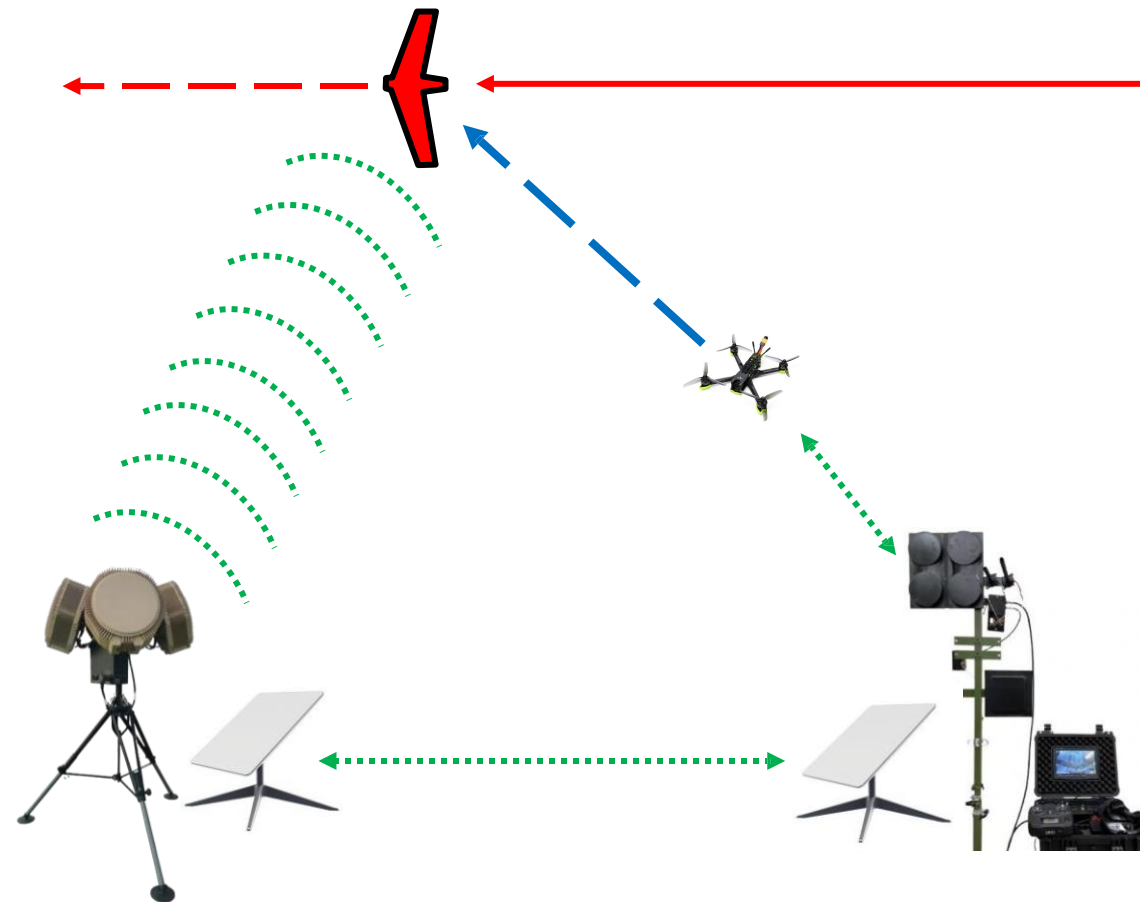
Одним из главных требований к тактической РЛС или пеленгатору является возможность отслеживать цель в трех координатах (долгота, широта, высота). В качестве примера будет рассматриваться РЛС **RPS-42** от производителя **RADA** Electronic Industries Ltd. данная РЛС использует S-диапазон (2ГГц - 4ГГц), средняя мощность передатчика в данном диапазоне 350 ватт, что должно быть учтено при размещении комплекса управления БД пАК коптера-камикадзе. Дальность обнаружения вражеского разведывательного беспилотника достигает 50 км и сильно превышает возможности общераспространенных FPV БпАК, поэтому рабочая дистанция имеет соответствовать расположению сети дежурных экипажей FPV БпАК «истребителей» и их рабочей дальности.



# Выявление и целеуказание

Воздержание экипажем БпАК «истребителя» информации о ПП от RPS-42 возможно через стриминговые платформы военного назначения («Башня», «DeltaTube») так и через любую другую, которую будет применять расчет РЛС. Таким образом иметь доступ к сети Интернет важно как расчету РЛС так и дежурным экипажам БпАК «истребителей».

РЛС не должна работать статически, из-за опасности обнаружения и нерационального расхода электроэнергии АКБ. Поэтому ее включение актуально в момент приближения ЧП в зону поражения экипажей БпАК «истребителей». До этого момента информация о движении ЧП должна поступать как расчету РЛС так и



экипажам БпАК из других «сенсоров» через отечественное программное обеспечение, вроде ПО «Виразж».



# Выявление и целеуказание

Целеуказание должно проводиться отдельным членом экипажа (далее условное название роли - «штурман»), который должен получать на портативный компьютер (планшет) информацию о местоположении и направлении движения ПП от RPS-42, особое внимание будет обращать на показатель высоты.

«Штурман» желательно должен иметь доступ к OSD и видео дрона-камикадзе для согласования двухкоординатного местоположения по объектам на поверхности земли и согласования высоты по данным альтиметра.

\* не стоит располагать экипаж БПАК вблизи РЛС, с целью сохранения скрытости позиции и безопасности экипажа, и для штатной работы

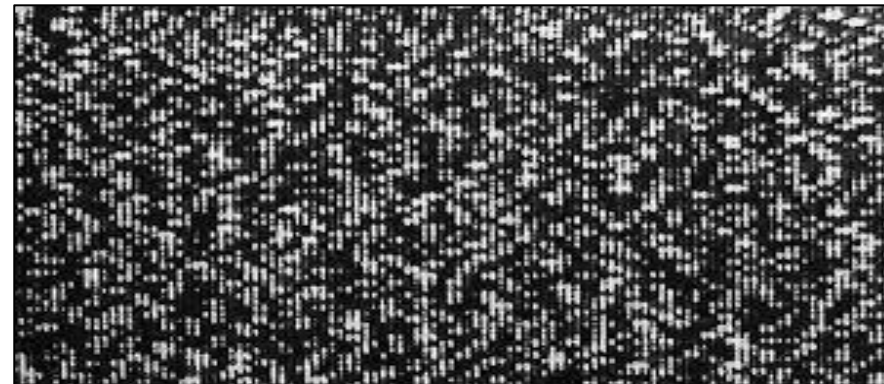


приемника видео \*

# Выявление и целеуказание

В боевых условиях применялись два основных типа обработки и передачи видео между дроном квадрокоптером FPV и пунктом управления: аналоговый и цифровой.

1. Аналоговая связь способна дольше существовать под влиянием преград и быстро восстанавливается в случае их исчезновения. Он позволяет преодоление больших дистанций, а сигнал, даже при низком качестве передает более сложную для восприятия но актуальную картинку для пилота. Аналоговая связь является незащищенной, поэтому может быть перебита критически близким по частоте видеосигналом с другого дрона, летящего в смежной зоне.
2. Цифровая видеосвязь в свою очередь является источником многократно более детальной картинки с большим углом обзора. В случае захода дрона в радиотень видео исчезает или быстро зависает и становится неактуальным, в случае выхода из радиотени восстановление видео происходит в течение 5-7 секунд, что является большим временем для FPV-квадрокоптера. Школа испытала 2 из самых распространенных протокола цифрового видео: **DJI ti**



**Walksnail.** Решение задачи по выводу видео для второго пилота, оформлению выносного комплекса, обработке и дешифровке видео удобнее происходит с **Walksnail**.



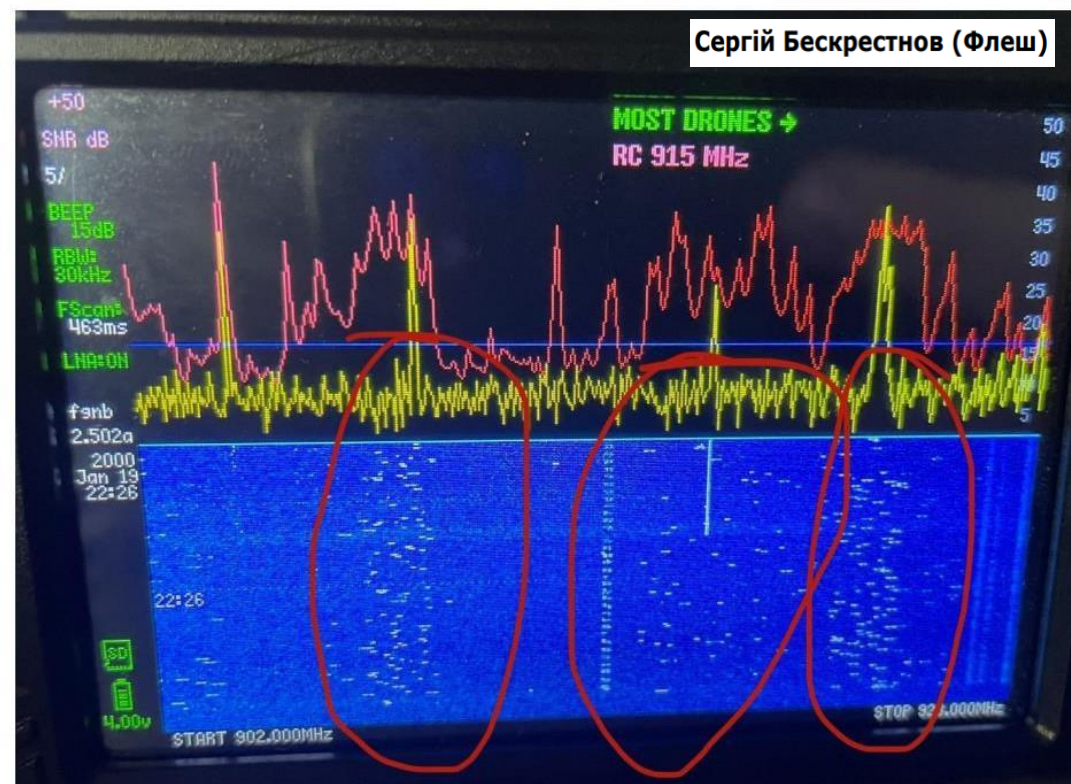
# Выявление и целеуказание

Идентификация вражеских БПЛА разведчиков для отличия их от союзных бортов может происходить с помощью спектрального анализатора (например TinySA) и визуально при приближенные к воздушному судну. Для этого экипаж должен знать и различать сигнатуры и частоты радиосигналов и силуэты БПЛА.

**ОРЛАН** на фронтах встречается чаще всего, работает в диапазоне 902-928 МГц (новые модели 960-1020 МГц). Сигнал выглядит, как набор черт на водопаде спектра в полосе обычно 2 МГц или 4 МГц. Риски это прыжки по частоте (ППРЧ).

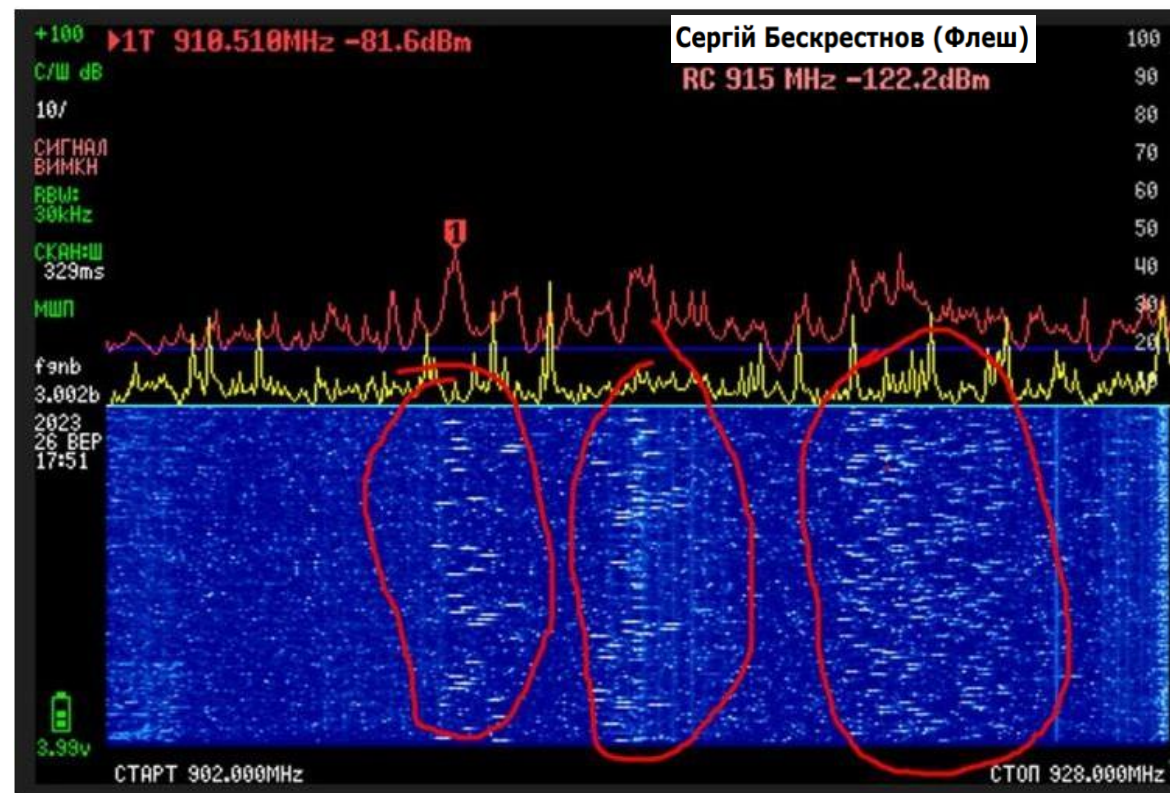


Приклад: три Орлани позначені червоним. У середнього смуга 4 МГц в інших 2 МГц. На аналізаторі також видно сигнал від Зала або Ланцету на 915 МГц у вигляді тонкої подвійної смужки

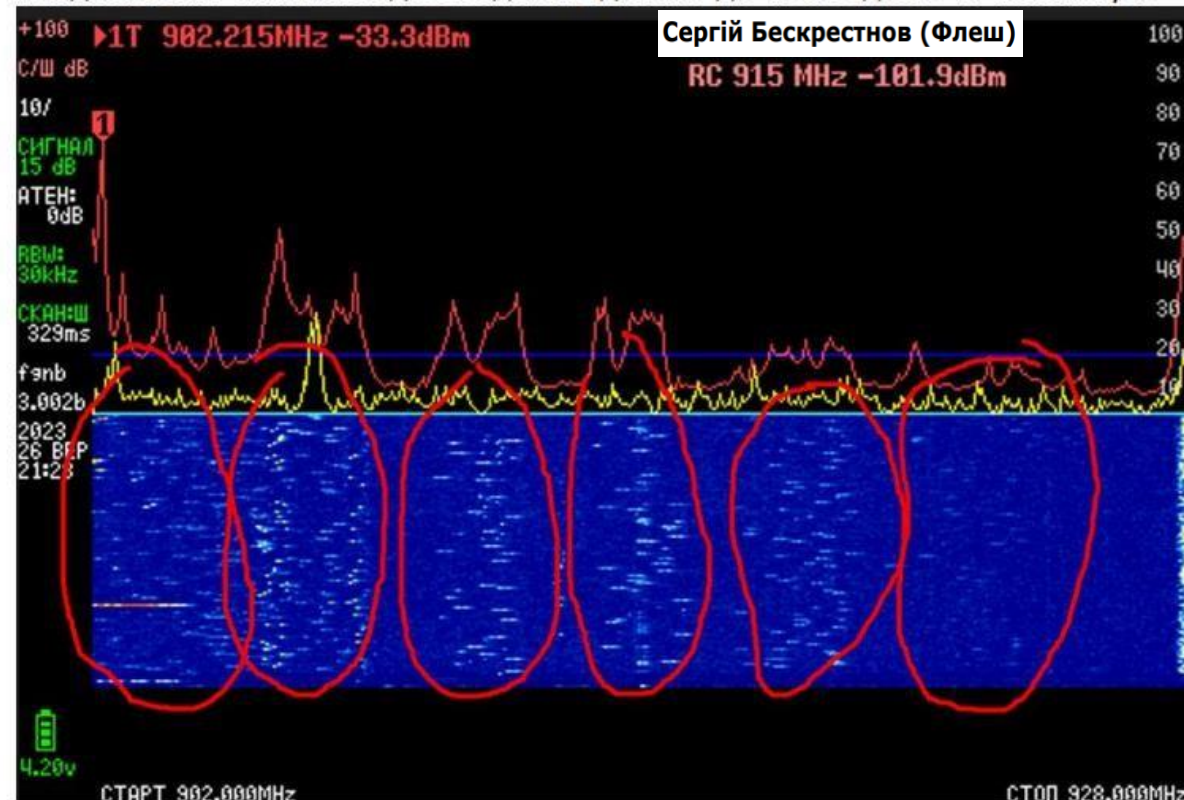


# Выявление и целеуказание

Приклад: три Орлани позначені червоним. У правого смуга ППРЧ 4 МГц



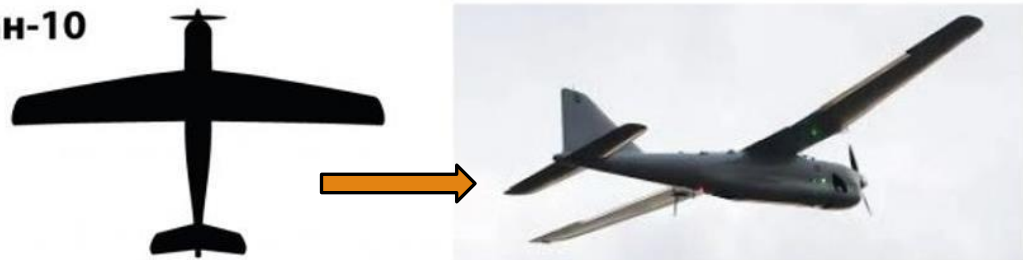
Приклад: у небі шість Орланів (позначені червоним). Правий найдавший. Сигнал ледве видно. Відстань до нього десь 40 кілометрів





# Выявление и целеуказание

Орлан-10



Висота до 5000 м  
Радіус до 110 км  
Може скидати  
ВОГ-25



 **Схожі БПЛА ЗСУ**

Лелека-100



← Характерний хвіст  
← Широкі крила  
зміщені до хвоста

Fly-Eye



← Довгі вузькі крила



# Выявление и целеуказание

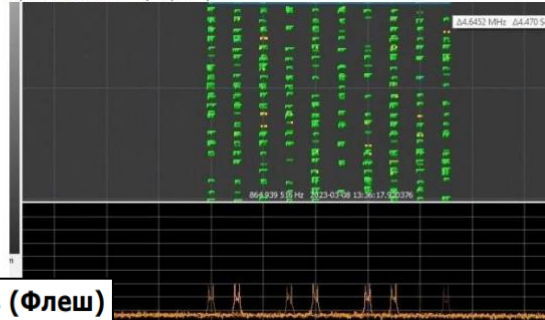
**SUPERCAM** на SA имеет 10 сплошных полосок в одном диапазоне в районе 1000 МГц. Сигнал специфический и его невозможно перепутать с другими

865-870	10 каналов
880-885	10 каналов
890-895	10 каналов
960-965	10 каналов
965-970	10 каналов
990-995	10-11 каналов
995-1000	10-11 каналов
1000-1005	11 каналов
1005-1010	11 каналов
1015-1020	11 каналов

Приклад: сигнал Суперкаму

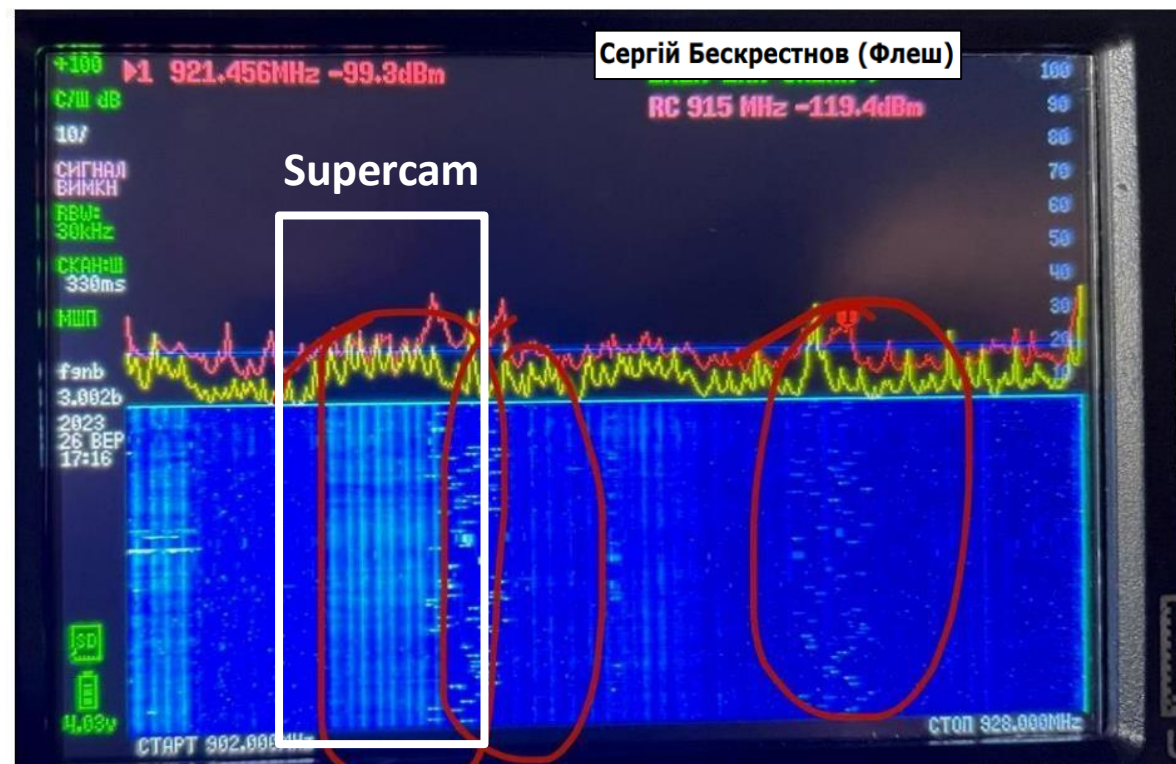


Приклад: сигнал Суперкаму



Сергій Бескrestнов (Флеш)

Приклад: кілька Орланів та чіткий сигнал схожий на Суперкаму, але смужок 8, а не 10. І частоти інші. Це наш «Посейдон».



# Выявление и целеуказание



Потолок: 5000м  
Дальность: 50-100 км  
Максимальная скорость:  
120 км/ч (33 м/с)

 **Схожі БПЛА ЗСУ**

Фурія



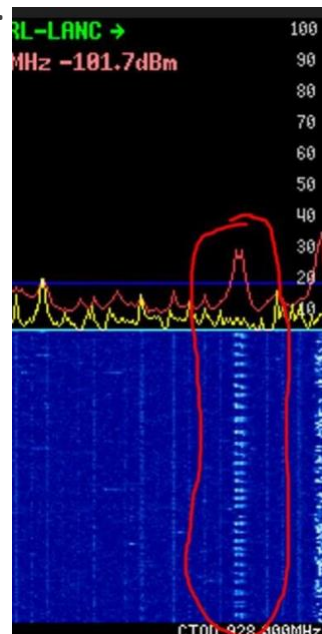
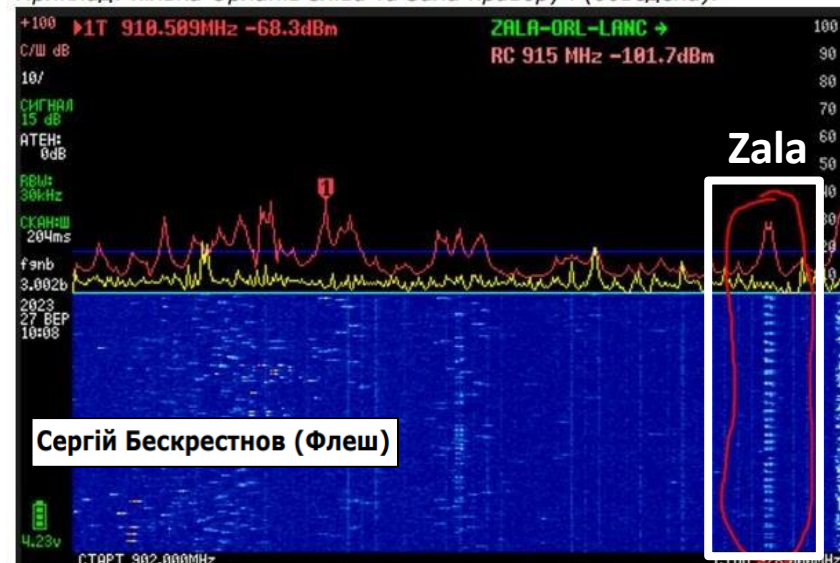
← Характерні вигини  
в крилах



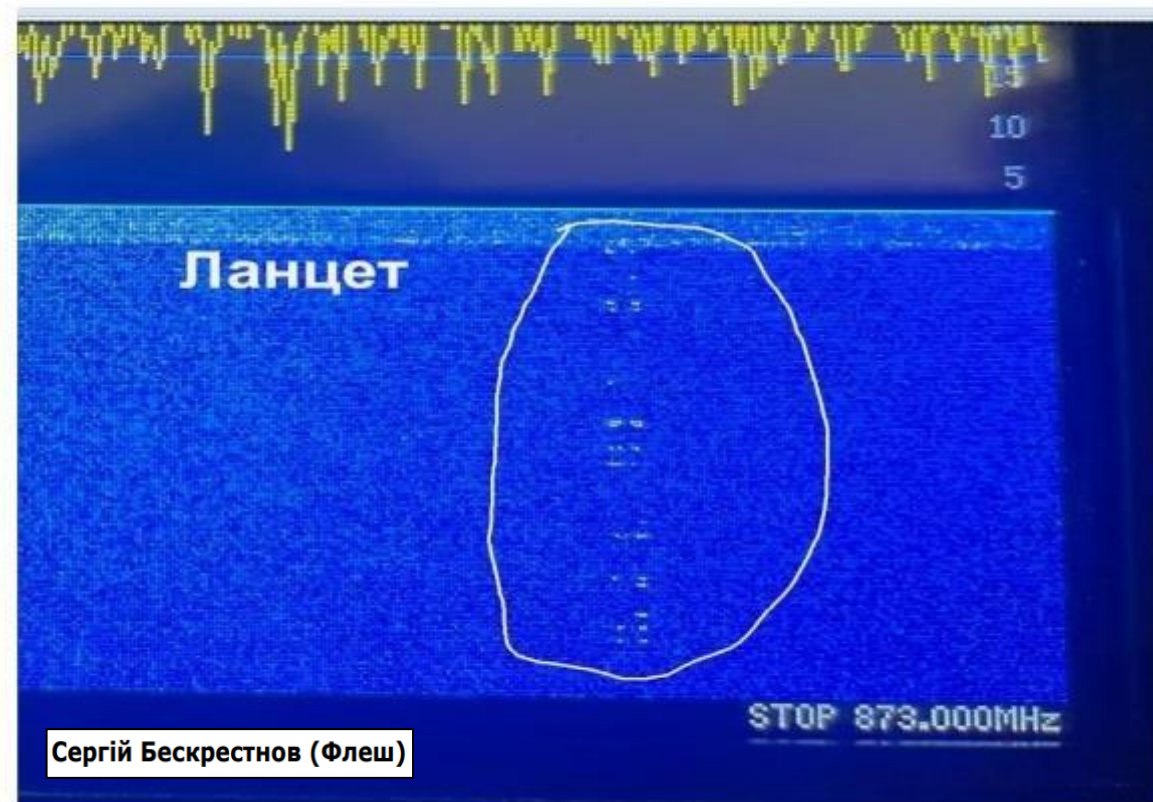
# Выявление и целеуказание

Сигнал **ZALA** является однотипным с **LANCET**, но **Zala** работает обычно на частоте 870 МГц. Выглядит сигнал на водопаде, как две прерывистые полосы, которые расположены очень близко (150-170 кГц) LANCET имеет такой сигнал, как и Zala, но обычно работает на частоте 868 МГц. Также активны частоты вокруг 928 МГц.

Приклад: кілька Орланів зліва та Зала праворуч (обведена).



Приклад: слабкий сигнал Ланцета на 868 МГц. Дистанція 15-20 км.



# Выявление и целеуказание

ZALA 421-16E



Висота до 3600 м  
Радіус до 50 км

Ланцет



**Схожі БПЛА ЗСУ**

Валькірія



# Выявление и целеуказание

\* справочник \*

Перелік смуг частот, які використовують деякі БпЛА армії РФ (якщо наведена одна частота – це центральна частота смуги частот)

Частота (діапазон частот)	Опис
200÷300 МГц	Зрідка працюють БпЛА «Орлан»
433 МГц	Деякі саморобні FPV дрони-камікадзе (керування)
868 МГц, 915 МГц	FPV дрони-камікадзе з модулями Crossfire, ExpressLRS, FrSky 900 (керування)
868÷870 МГц, 902÷928 МГц	БпЛА «Ланцет», «ZALA-421», «Мерлін» (керування)
863÷870 МГц, 902÷928 МГц	БпЛА «Орлан» (керування, телеметрія, відео)
850÷940 МГц	Більшість крилатих БпЛА російської федерації Заявлено для квадрокоптера «Autel EVO Max 4T»
915÷920 МГц	БпЛА «Елерон» (керування, телеметрія)
960÷1040 МГц, 1200± МГц	Нові модифікації БпЛА «Орлан», новий діапазон для FPV
992,58 (856÷1020) МГц	БпЛА «Supercam» (10 смуг по 150 кГц, загальна смуга 5 МГц)
1004÷1009 МГц	БпЛА «Supercam» (10 смуг по 150 кГц)
1124÷1132 МГц	БпЛА «Supercam» (2 смуги по 4 МГц)
1296÷1302 МГц	БпЛА «Supercam» (відео)
1100÷1300 МГц	Деякі FPV дрони-камікадзе (відео)

1200 МГц (1170÷1260 МГц) (GNSS L2 1227,6±12 МГц)	Супутникова навігація «військового» діапазону Використовується деякими саморобними БпЛА Квадрокоптери «Autel EVO Max 4T»
1500 МГц (1550÷1620 МГц) (GNSS L1 1575,42±12 МГц)	Супутникова навігація «цивільного» діапазону Використовується усіма БпЛА
1213÷1215 МГц	БпЛА «Елерон» (відео)
2160÷2410 МГц	БпЛА «Ланцет», «ZALA-421», «Мерлін» (відео)
2400 МГц (2400÷2585 МГц)	Більшість цивільних квадрокоптерів (DJI, Autel тощо) (керування, відео) FPV дрони-камікадзе з модулями ExpressLRS (відео) FPV дрони-камікадзе з модулями FlySky та FrSky (керування)
5200 МГц (5150÷5300 МГц)	Деякі цивільні квадрокоптери Autel, Hubsan та DJI з новими прошивками (керування, відео)
5700 МГц (5600÷5725 МГц)	Деякі китайські квадрокоптери (керування, відео)
5800 МГц (5725÷5850 МГц)	Більшість цивільних квадрокоптерів (DJI, Autel тощо) (керування, відео) FPV дрони-камікадзе з модулями Crossfire (відео)



# Выявление и целеуказание

## БПЛА Армії РФ

Орлан-10		Висота до 5000 м Радіус до 110 км Може скидати BOG-25
Гранат-2		Висота до 600 м Радіус до 15 км
Типчак		Висота до 4000 м Радіус до 120 км
Гранат-4		Висота до 2000 м Радіус до 100 км
E95M		Висота до 3000 м Радіус до 50 км Літак-пастка для ППО Не збивати! Сам впаде

## Схожі БПЛА ЗСУ

Лелека-100		← Характерний хвіст Широкі крила зміщені до хвоста
Fly-Eye		← Довгі вузькі крила
PD-1/2		← «Подвійний» хвіст

## БПЛА Армії РФ

Елерон-10		Висота до 4000 м Радіус до 60 км
Елерон-3		Висота до 3000 м Радіус до 25 км
ZALA 421-16E		Висота до 3600 м Радіус до 50 км
Застава		Висота до 2200 м Радіус до 10 км

## Схожі БПЛА ЗСУ

Фурія		← Характерні вигини в крилах
-------	--	---------------------------------

## БПЛА Армії РФ

КУБ-БЛА		Ударний БПЛА На землі не чіпати!
Груша		Висота до 1000 м Радіус до 10 км
Гранат-1		Висота до 1500 м Радіус до 10 км
Zala 421-08		Висота до 3600 м Радіус до 15 км
Тахіон		Висота до 4000 м Радіус до 40 км
Zala 421-04		Висота до 3600 м Радіус до 50 км

## Схожі БПЛА ЗСУ

Валькірія	
Sparrow	

# Выявление и целеуказание

БПЛА Армії РФ



Новая модель оснащена электрическим двигателем, может находиться в воздухе более 6 часов, передает видео в разрешении HD на расстоянии более 100 км от точки управления, используется для проведения разведки и наблюдения за объектами интереса.



Дальность связи  
100+ КМ



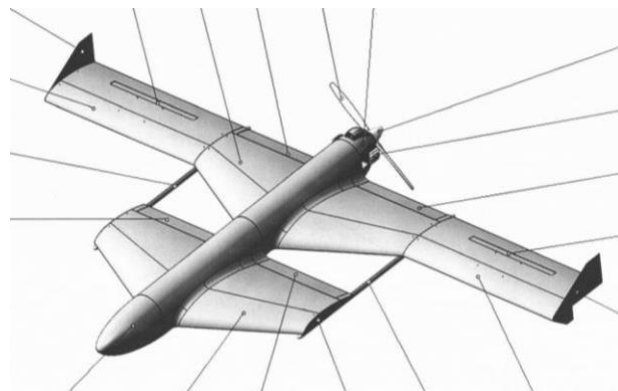
Максимальная масса  
2,5 КГ



Продолжительность полета  
6+ Ч



Размах крыла  
4000 ММ



По публичной информации, дрон **Qasef** имеет следующие характеристики:

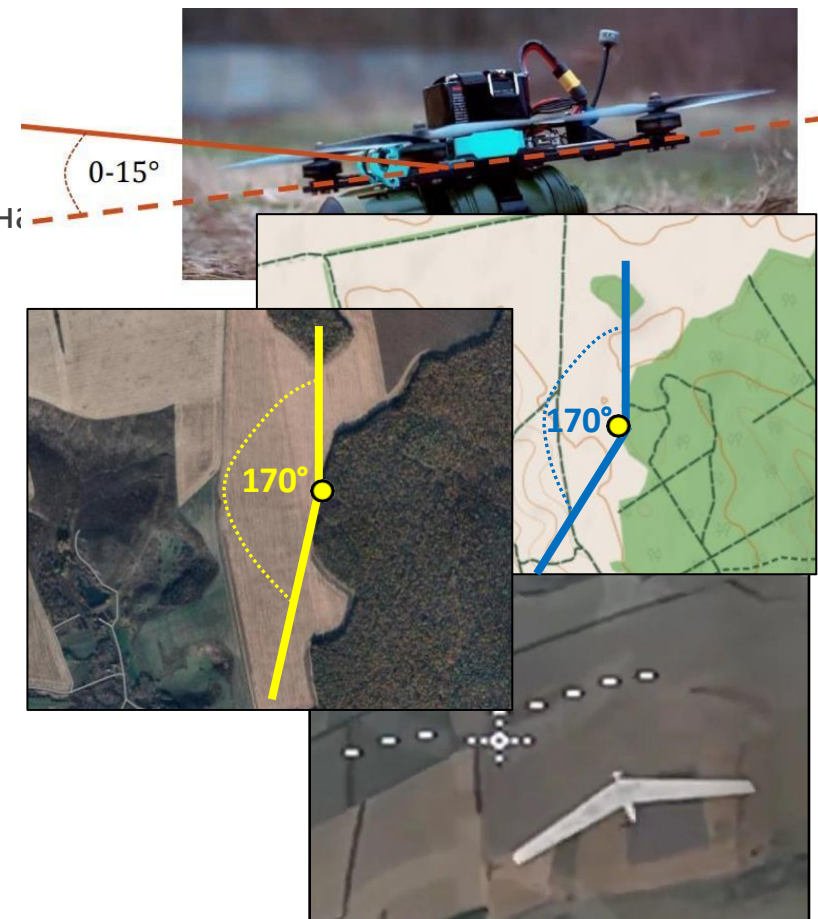
- стартова масса - 85 килограммов;
- бойова часть - 30 килограммов;
- довжина фюзеляжа - 2,88 метра;
- розмах крыла - 3,25 метра;
- дальність полета - до 100 километров.



# Особенности управления и выбора места работы

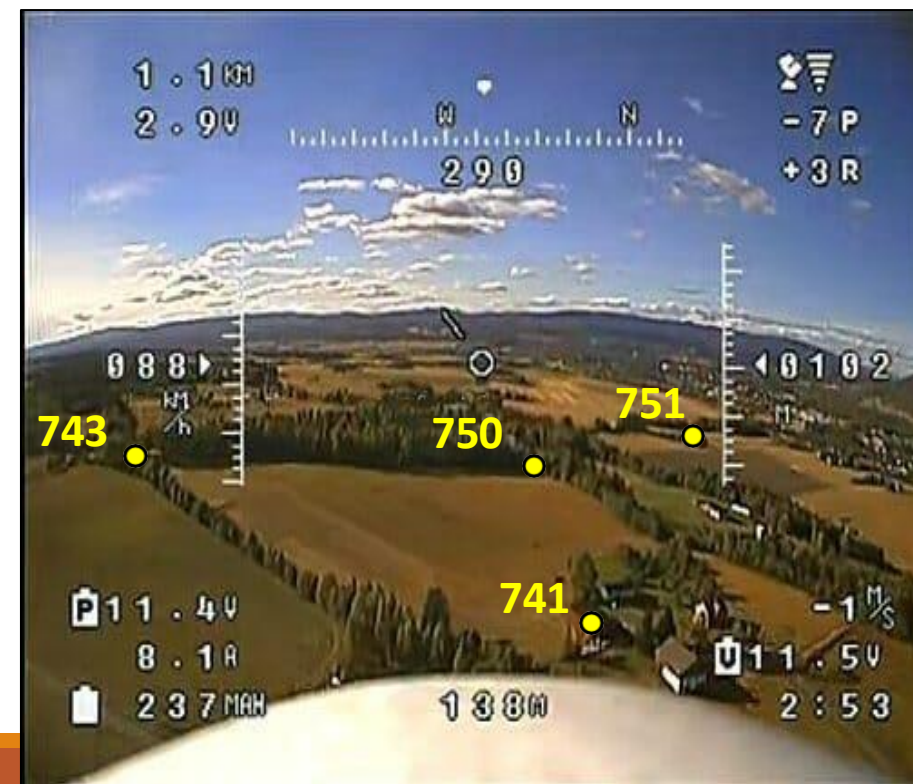
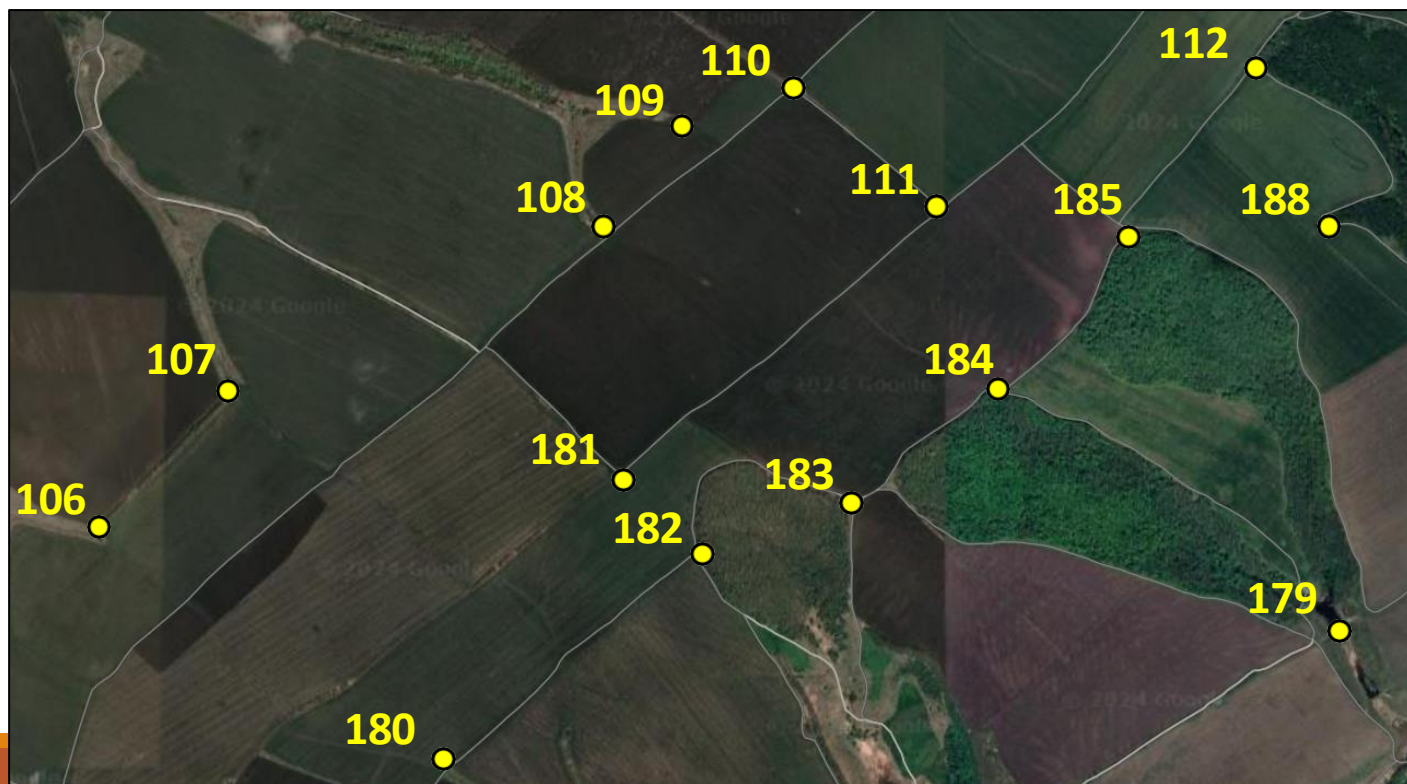
Сбить вражеский дрон разведчик технически под силу любому обученному пилоту FPV-квадрокоптеру и экипажу FPV БпАК. Однако для упрощения процесса преследования и удержания цели школа предлагает:

1. Выставление камеры под 15-30 градусов относительно горизонтальной оси дрона;
2. Обычно обнаружение ЧП в камеру камикадзе легче осуществить на фоне объектов местности.
3. Для чередования выбирать места с максимальным обзором неба, с учетом необходимости перемещаться не только вертикально, но и в сторону. Особенно бескомпромиссными преграды (растения и сооружения) являются для цифровой передачи видео, которая рекомендована прежде всего для впечатления ПП. Иметь обзор на 360 градусов не является обязательным условием, однако важно учитывать допустимый сектор полета, и не делать его слишком узким из-за маневренности ПП и необходимости иметь пространство для маневра (не менее 120 градусов).
4. Избегать использования (или длительного использования) крыш зданий, абсолютных высот, открытых участков совсем не прикрытых растительностью или застройкой.



# Особенности управления и выбора места работы

Ориентирование на местности желательно выполнять по заранее оговоренным ориентирам, либо с использованием сети ориентиров линейных подразделений, являющихся общими для всех в полосе обороны.



# Рекомендации по конфигурации FPV БпАК с БпЛА квадрокоптерного типа

\* Видение боевого экипажа «Эпсилон» \*

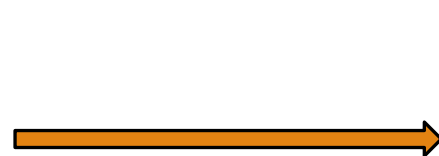
1. Выносной комплекс управления с направленной широкоугольной антенной и цифровым приемником видео **Walksnail** с патч-антеннами, воспринимающими левостороннюю круговую поляризацию - LhCP (например: 5.8 GPRC 14dbi).
2. В желаемую комплектацию дрона, который будет иметь возможность длительное время находиться в воздухе (до 25 минут) должны входить: VTX **Walksnail** (мощностью не менее 800 mW) с камерой и набором антенн, моторы 950 KV, пропеллеры 10 \* 5 \* 3, рама под пропеллер 10", АКБ 12000-16000 mAh, БК - РГН, РГД-5 (для наиболее длительного нахождения в воздухе) или РГО (для лучшего осколочного поражения ПП), плата инициации с возможностью возврата к положению «на предохранителе», для повторного использования дрона в случае неудачи во время наведения и поиска ПП.
3. Важно помнить, что компоновка коптера не ограничивается данным видением, а по большому счету, почти любая компоновка от 5 до 10 дюймов может быть оправдана и иметь успех в

использовании.

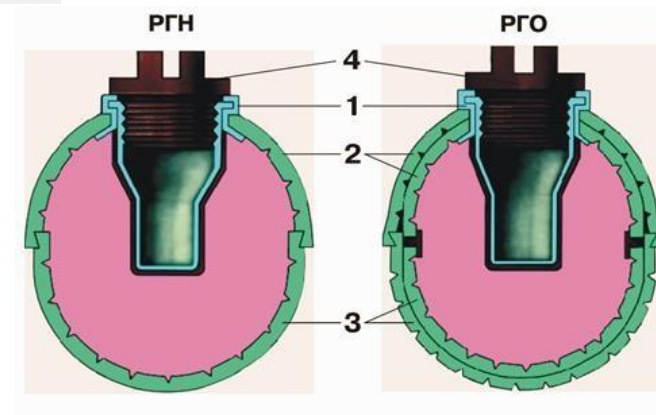


# Рекомендації по конфігурації FPV БпАК с БпЛА квідрокоптерного типу

\* Виділення бойового екіпажа «Епсилон» \*



# Рекомендації по конфігурації FPV БпАК с БпЛА квідрокоптерного типу



# Приложение «FPV ПВО»

---

Харьков 2024