



ALL-OVER-IP

Groteck



Круглый стол «АНТИДРОН»
Риски цифровой экономики для транспорта, ТЭК промышленности



Рынок БВС в России и мире. Трансформация пользы в угрозы критически важной инфраструктуре

Объём рынка БВС

- По прогнозам Forecast International к 2028 году объём рынка БВС составит **\$10 000 000 000**
- По прогнозам Business Insider к 2024 году объём рынка БВС составит **\$12 000 000 000**, из них гражданских – более **\$3 000 000 000**



БВС получили широкое распространение

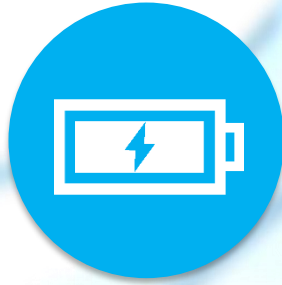
Предпосылки к распространению БВС



Появление
легких и прочных
композитных
материалов



Быстрое развитие
микроэлектронной
компонентной
базы



Появление
и развитие
эффективных
возобновляемых
источников
питания



Разработки в области
высокоресурсных
электродвигателей,
реактивных
и поршневых
двигателей



Развитие
глобальной
спутниковой
навигационной
системы (ГНСС)



Развитие
вычислительной
техники,
математического
и алгоритмического
обеспечения

БВС получили широкое распространение

Распространение БВС

- По прогнозу Forecast International в период с 2018 по 2031 гг. будет произведено более **105 млн.** БВС общей стоимостью около **120 млрд. долл.**
- Лидерами рынка продолжают оставаться компании DJI, Parrot и 3DR
- Доля DJI составляет более 60% от общего объема производства БВС



DJI Spark



Beebop Parrot



3DR Iris Plus

БВС получили широкое распространение

Классификация БВС по категориям

Класс	Категория	Наименование	Взлётный вес, кг	Радиус действия, км	Высота полёта, м	Время полёта
Малые	I	Нано	<0,025	<1	100	<1 часа
		Микро	<5	<10	3000	1
		Мини	<25	10-40	3000	≤4
Легкие	II	Ближнего действия класса 1	25-50	25-70	3000	2-4
		Ближнего действия класса 2	50-150	50-100	3000	≤6
Средние	III	Малой дальности	≤200	≤150	4000	6-8
		Средней дальности	≤500	200	5000	10-12
	IV	Средней дальности с большой продолжительностью полёта	500	500	8000	10-18
		Маловысотный большой дальности (МБД)	≤250	>250	≤4000	1,5-2
Тяжелые	V	Маловысотный большой продолжительности полёта	≤250	>500	4000	18
	V-VI	Средневысотный большой продолжительности полёта	≤1000	>1000	8000	24
	VII	Высотный большой продолжительности полёта	≤2500	>4000	20000	>24
Боевые	VIII	Беспилотный ударный	>1000	>500	12000	1,5-2
		Ложная цель	150-500	0-500	50-5000	<4
		Воздушная мишень	10-10000	5-200	50-10000	>0,5

Большинство широко используемых гражданских БВС относятся к малому и легкому классам

Полезное применение БВС



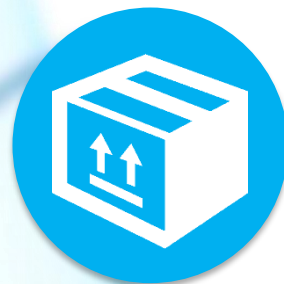
Мониторинг

Охрана объектов,
наблюдение
за коммуникациями,
контроль судоходства,
картографирование,
поиск полезных
ископаемых и т. д.



Развлечения

Сопровождение
мероприятий,
соревнования,
авиамоделизм,
реклама



Доставка

Почта,
стройматериалы,
монтаж и ремонт,
медикаменты,
эвакуация
пострадавших



Ретрансляция аудио и других сигналов

Увеличение дальности
радиоканалов связи,
установка осветительного
оборудования,
громкоговорителей,
генераторов и т. д.

**БВС эффективны в строительстве, сельском хозяйстве,
логистике, охране, индустрии развлечений и пр.**

Опасное применение БВС



Мониторинг

Несанкционированный мониторинг частных и секретных объектов с целью разведки и получения закрытой информации



Развлечения

Возможность столкновения с аппаратами малой авиации, нанесение вреда наземным объектам и людям



Доставка

Перенос запрещённых веществ или опасных грузов



Ретрансляция аудио и других сигналов

Постановка радиопомех для различных устройств

Необходимо организационное и правовое регулирование использования БВС

Актуальная ли проблема?



Или нас пугают несуществующими угрозами?

Проблема более чем актуальна!



Чтобы в этом убедиться, достаточно ввести соответствующий запрос в поисковые системы

Обнаружение БВС

Наиболее сложными для обнаружения являются аппараты малого и легкого классов:

- малые размеры, малые скорости и высоты полета затрудняют обнаружение, сопровождение, идентификацию и противодействие БВС на фоне местности
- малые размеры и высокие скорости полета, высокая маневренность уменьшают время накопления информации, достаточное для обнаружения, уменьшают время на принятие решения



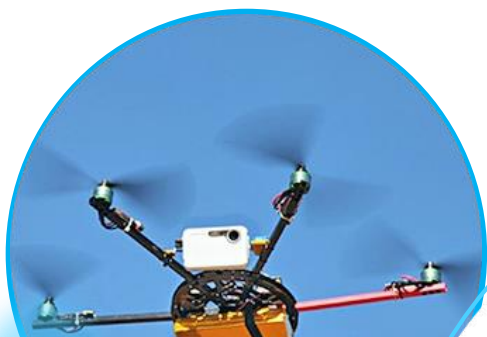
**Требуется создание эффективных средств обнаружения
и противодействия БВС**

Выводы

- БВС стали популярны, их количество растёт стремительными темпами
- Большинство широко используемых гражданских БВС относятся к малому классу
- БВС эффективны в различных сферах деятельности
- БВС малого класса становятся опасными и являются наиболее сложными для обнаружения
- Необходимо организационное и правовое регулирование использования БВС
- **Организационные меры неэффективны, когда БВС применяются сознательно и заведомо в противозаконных целях**



**Требуется создание эффективных средств обнаружения
и противодействия БВС**



Обзор передовых технологий для борьбы с БВС



Средства борьбы с БВС

				
Средства радиопеленгации и радиоэлектронного подавления (РЭП)	Средства оптико-электронной разведки	Средства акустической разведки	Радиолокационные средства	Средства пассивной (скрытой) радиолокации
Неэффективны в случаях, когда БВС выполняет полетное задание в режиме радиомолчания. Кроме того, система РЭП создает помехи работе легитимных радиоэлектронных средств	Неэффективны при ухудшении погодных условий. Также имеют сравнительно низкую дальность действия	Работают неэффективно в условиях естественного акустического шумового фона. Также их эффективность невысока при обнаружении аппаратов, обладающих низким собственным акустическим шумом	В полной мере не решают задачу, особенно при малых скоростях движения БВС на фоне подстилающей поверхности	Работают неэффективно в условиях городской инфраструктуры, ошибка измерения координат стремительно растет при увеличении количества целей

**Каждый отдельно взятый способ обнаружения БВС
только ограниченно эффективен**

Преимущества радиолокации для обнаружения БВС



Большая
дальность
действия



Малая
зависимость
от погодных
условий



Эффективное
обнаружение БВС,
выполняющих
полётное задание
в режиме
радиомолчания

Эффективность решения задачи повышается при комплексном применении различных решений, но РЛС является необходимым средством

Представленные на рынке средства борьбы с БВС

Решение на базе РЛС Blighter (Великобритания)

- AUDS (Anti-UAV Defence System): система обнаружения, сопровождения и электромагнитного подавления БВС (Blighter, Chess Dynamics, Enterprise Control Systems)

Состав:
 - Радиолокационная станция
 - система видео и тепловизионного наблюдения
 - направленный радиочастотный подавитель
- РЛС Blighter В-400 существует на рынке как минимум с 2000 г.
- Сведения об испытаниях системы и ее составных частей в Российской Федерации отсутствуют



**Специализированных гражданских решений
на рынке представлено очень мало**

Недостатки представленных решений

- Колоссальная стоимость
- Громоздкость
- Невозможность приобретения на гражданском рынке
- Не обнаруживают малые БВС на малых дальностях при низких скоростях полёта

Требуется решение, для которого будут характерны:

- Оптимальное соотношение «цена / качество»
- Малые габариты и масса
- Эффективное обнаружение малоразмерных, низкоскоростных БВС

Эффективность решения задачи повышается комплексным применением различных средств и технологий

Выводы

- Каждое отдельно взятое средство обнаружения только **ограниченно эффективно**
- Эффективность решения задачи повышается **комплексным применением** различных средств и технологий
- **РЛС является необходимым средством** обнаружения БВС
- **Даже самые современные военные РЛС**, в том числе РЛС обнаружения средств воздушного нападения и атакующих элементов высокоточного оружия, **не в полной мере решают задачу**
- Основной проблемой при работе по аппаратам малого класса является **необходимость селекции малоразмерных низкоскоростных аппаратов от фона** и отражений от наземных ярких (в том числе движущихся) объектов, а также от гидрометеоров



**Требуется создание эффективных средств обнаружения
и противодействия малым БВС**

Постановка задачи

- Нет смысла предъявлять к подобной системе **экстремальных требований** по дальности обнаружения и точности измерения углов
- Система должна работать **как можно более эффективно** в части обнаружения малоразмерных низкоскоростных аппаратов **на относительно небольших дальностях**
- Этим значительно снижается стоимость, масса, габариты, энергопотребление



Существуют ли решения
для обнаружения и противодействия малым БВС?

Описание проблемы

Для обнаружения БВС малого класса с помощью РЛС необходимо одновременное решение двух противоречивых задач:

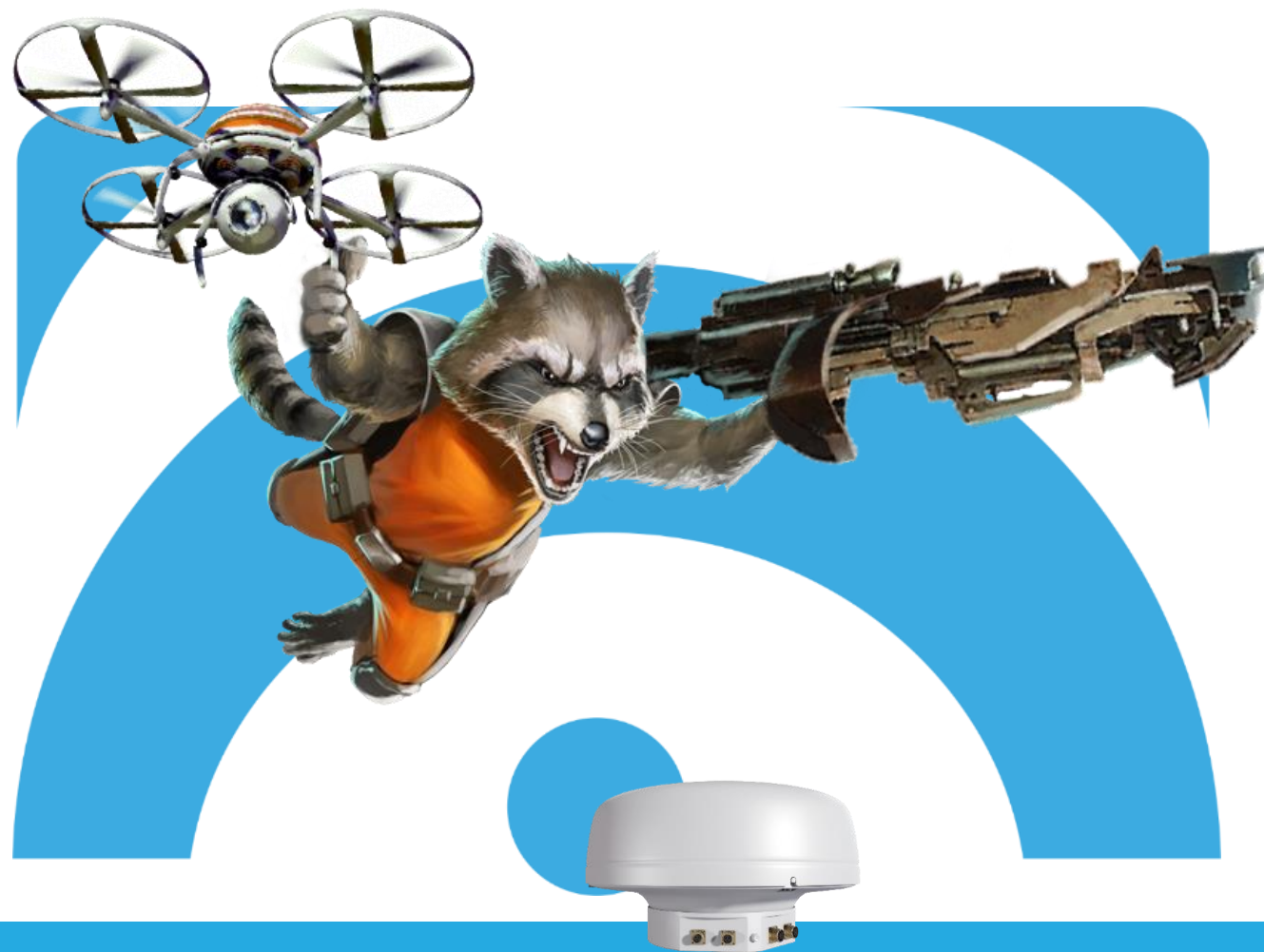
- обеспечение достаточного (доли секунды) времени наблюдения за каждым элементом зоны обзора
- малое (одна–две секунды) обновление информации о зоне обзора

Решение – многолучевые приемные системы



**Для обнаружения БВС малого класса с помощью РЛС необходимо
одновременное решение двух противоречивых задач**

РЛС для обнаружения БВС



Радиолокационная система обнаружения наземных, надводных
и воздушных целей

РЛС для обнаружения БВС

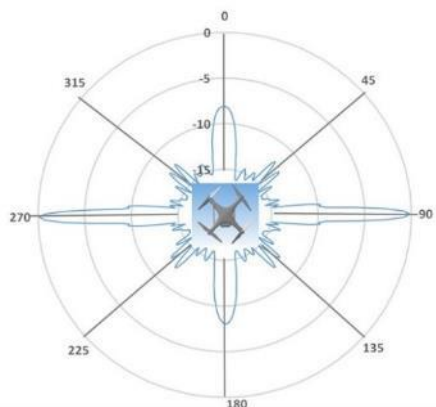
- Радиолокационный обзор наземного (надводного) и воздушного пространства
- автоматическое обнаружение БВС, в том числе, малоразмерных летательных аппаратов
- измерение координат обнаруженных целей (дальность, азимут, угол места, скорость)



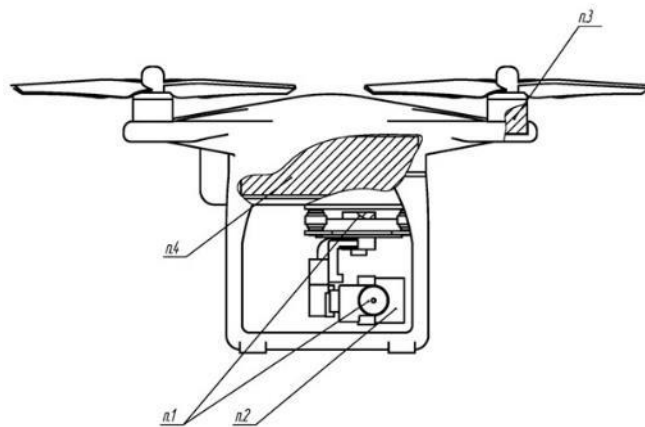
Радиолокационная система обнаружения наземных, надводных и воздушных целей»

Типовая радиолокационная цель

Средняя эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) типовой цели составляет $0,01 \text{ м}^2$ (оценочно соответствует беспилотному летательному аппарату мультироторного типа DJI Phantom-3 в X-диапазоне длин волн).



Оценка ЭПР в X-диапазоне



Эскиз расположения
металлических элементов



Пример БВС малого класса – DJI Phantom 3

Тактико-технические характеристики

0,01м²

ЭПР
типовой цели
(дрон DJI
Phantom-3)

1 800 м

Дальность
обнаружения
типовой цели

4 000 м

Дальность
обнаружения
человека

360° x 60°

Сектор
углов
обзора

10 кг

Масса

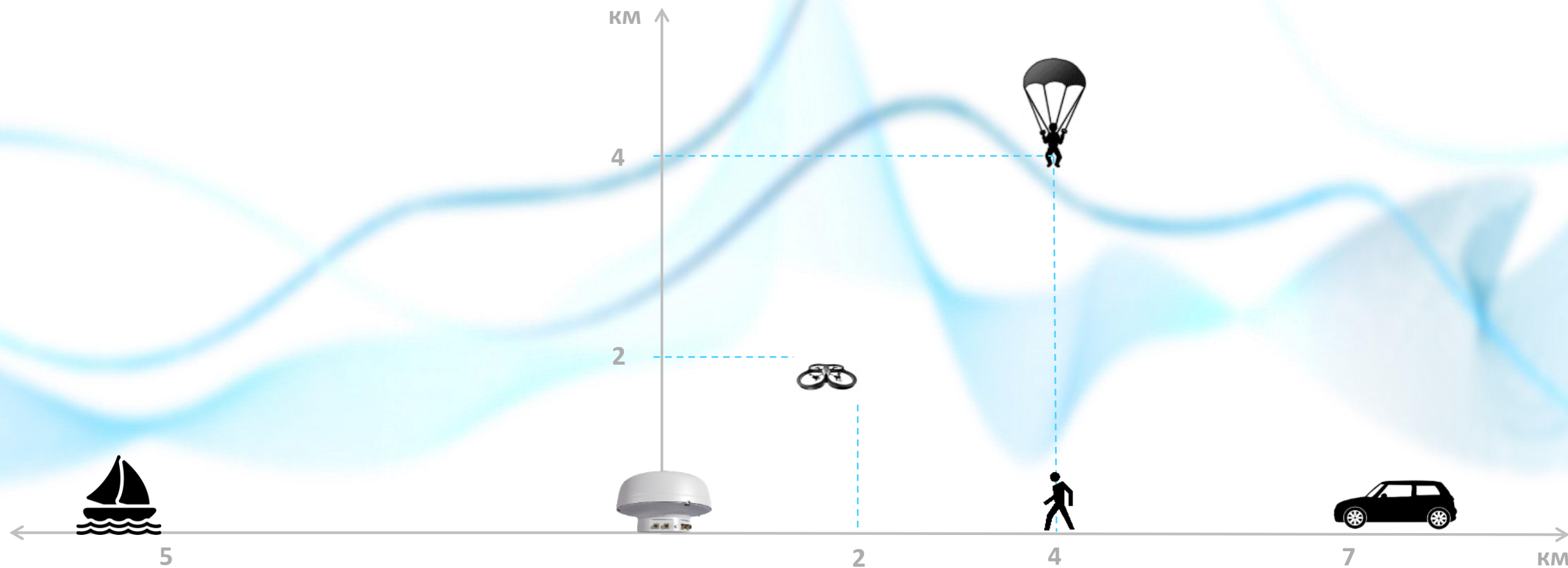
-40 ... +50

Диапазон
рабочих
температур



Обнаружение малых БВС на расстоянии до 2000 м

Применение РЛС в наземных комплексах



Обнаружение на земле, на воде, в воздухе

Пользовательский интерфейс

- Отображение пиктограмм обнаруженных РЛС целей (дроны, люди, транспорт) на карте охраняемого объекта
- Отображение траектории движения обнаруженных целей
- Указание дистанций до обнаруженных целей, скорость из передвижения, высоты
- Отображение перемещений луча РЛС



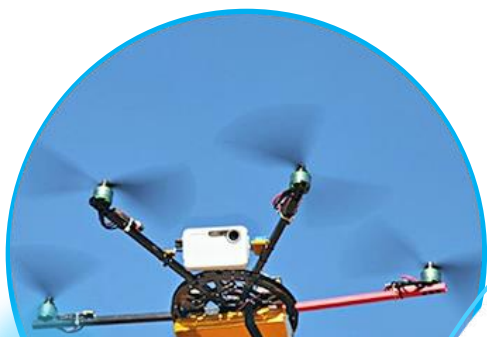
Отображение информации, понятной и достаточной
для оператора системы безопасности

Выводы

- РЛС не должна обеспечивать экстремальных дальностей обнаружения и ошибок измерения углов, которые необходимы для обнаружения высокоскоростных атакующих элементов высокоточного оружия, крылатых ракет и пр.
- При этом РЛС эффективно решает задачи обнаружения БВС малого класса (малоразмерных, низкоскоростных) на дальностях, достаточных для принятия решения по противодействию
- РЛС может применяться в наземных комплексах охраны объектов
- Для таких РЛС характерны: низкие масса, энергопотребление, стоимость по сравнению с военными решениями



**РЛС – эффективная система обнаружения
и сопровождения БВС**



Построение комплексного решения



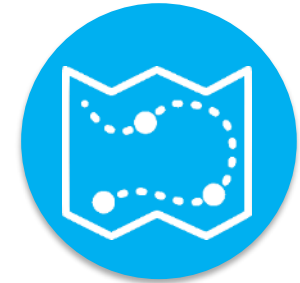
Комплексная система обнаружения, сопровождения и противодействия малым БВС

Ориентировочный состав:

- РЛС для обнаружения БВС
- видео и тепловизионная камера на поворотной платформе
- система радиоэлектронного подавления



Прекращение
управления



Дезориентация



Срыв задания



Посадка
в безопасном месте

Противодействие обнаруженным БВС



ЭЭЛВИС



Спасибо за внимание!

Андрей Пименов

АО НПЦ «ЭЛВИС»

www.elvees.ru