

Общая структура комплекса противодействия БВС

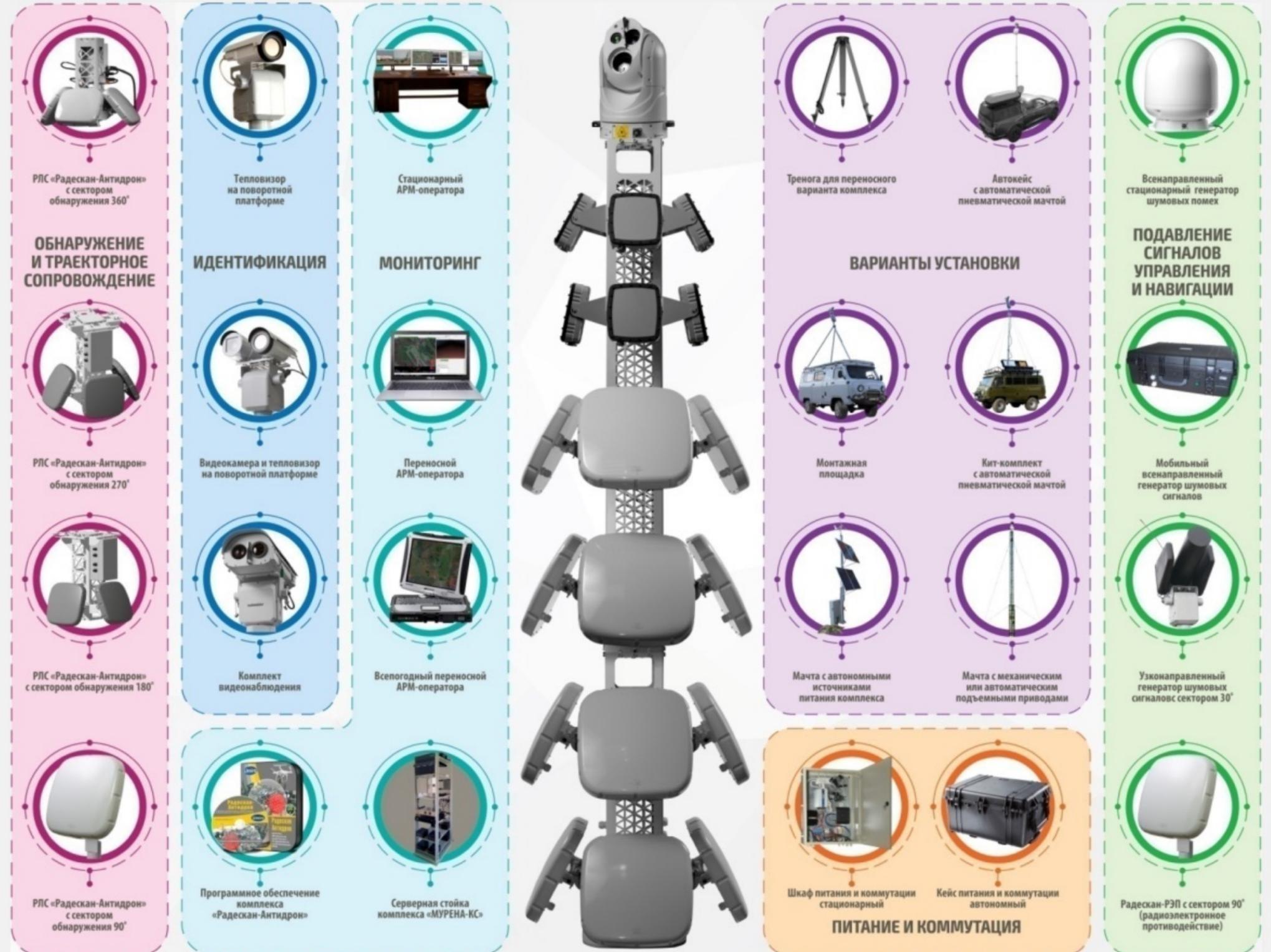
Серия комплексов «РАДЕСКАН-АНТИДРОН» разработана на базе унифицированных модулей для различных вариантов комплектаций, работающих в секторах 90, 180, 270 и 360 градусов по азимуту.

Конструкция формируется из блоков обнаружения, блоков радиочастотного подавления сигналов БВС, модулей видеонаблюдения, электропитания, коммутации, монтажных комплектов. В комплект мониторинга входит АРМ оператора на базе ПК или ноутбука.

Особенности комплекса

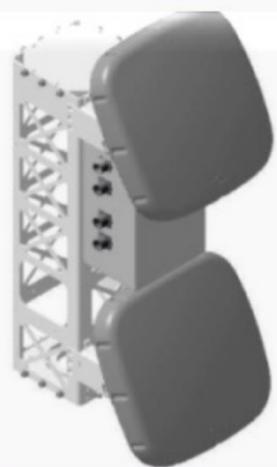
-  отсутствие механического сканирования луча антенны
-  обзор сектора 360° с частотой 5 Гц, что эквивалентно механическому вращению антенны 5 оборотов в секунду
-  программное обеспечение с опцией видеоналики для визуальной идентификации целей

модули комплекса «РАДЕСКАН-АНТИДРОН»



Базовые конструкции комплекса серии «РАДЕСКАН»*

Особенности комплекса

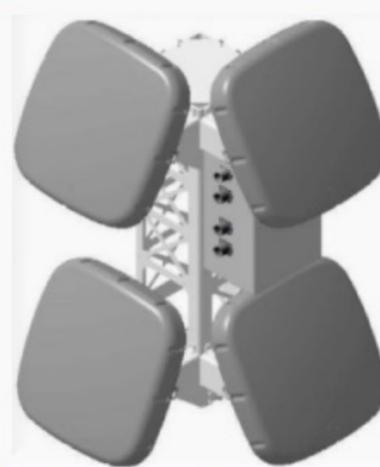


90°

Сектор обнаружения с траекторным сопровождением цели

90°

ГШС с сектором подавления сигналов управления и навигации



180°

Сектор обнаружения с траекторным сопровождением цели

180°

ГШС с сектором подавления сигналов управления и навигации



270°

Сектор обнаружения с траекторным сопровождением цели

270°

ГШС с сектором подавления сигналов управления и навигации



360°

Сектор обнаружения с траекторным сопровождением цели

360°

ГШС с сектором подавления сигналов управления и навигации

*Комплекты представлены без поворотной платформы, тепловизора или телекамеры

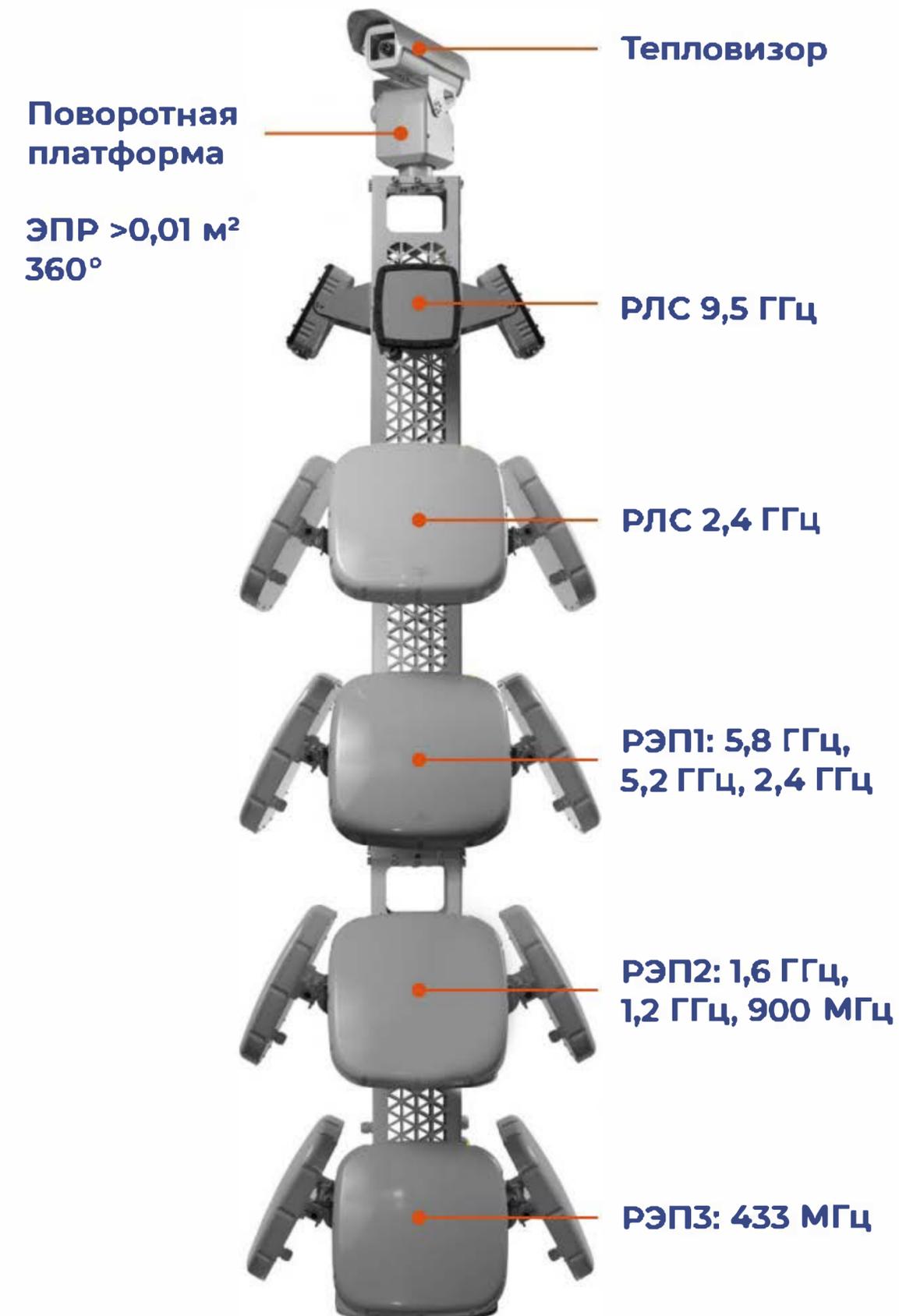
Конструкция комплекса «РАДЕСКАН» с блоками обнаружения частотой 2,4 ГГц, дополненная блоками обнаружения частотой 9 ГГц, а также тремя ярусами радиочастотных средств подавления сигналов БВС

В настоящее время завершается постановка в серийное производство комплекта подавления нового поколения с улучшенными характеристиками. По сравнению с комплектами подавления, производимых ранее, добавлены два диапазона радиочастот, а также в четырех диапазонах добавлены антенны с ортогональной поляризацией для улучшения эффективности и увеличения дальности воздействия подавления.

В данной разработке учитывается опыт эксплуатации на объектах, на которых установлен комплекс КОРТ «РАДЕСКАН» для защиты от БВС. Также учтены особенности новых типов дронов, которые используются в противоправных действиях.



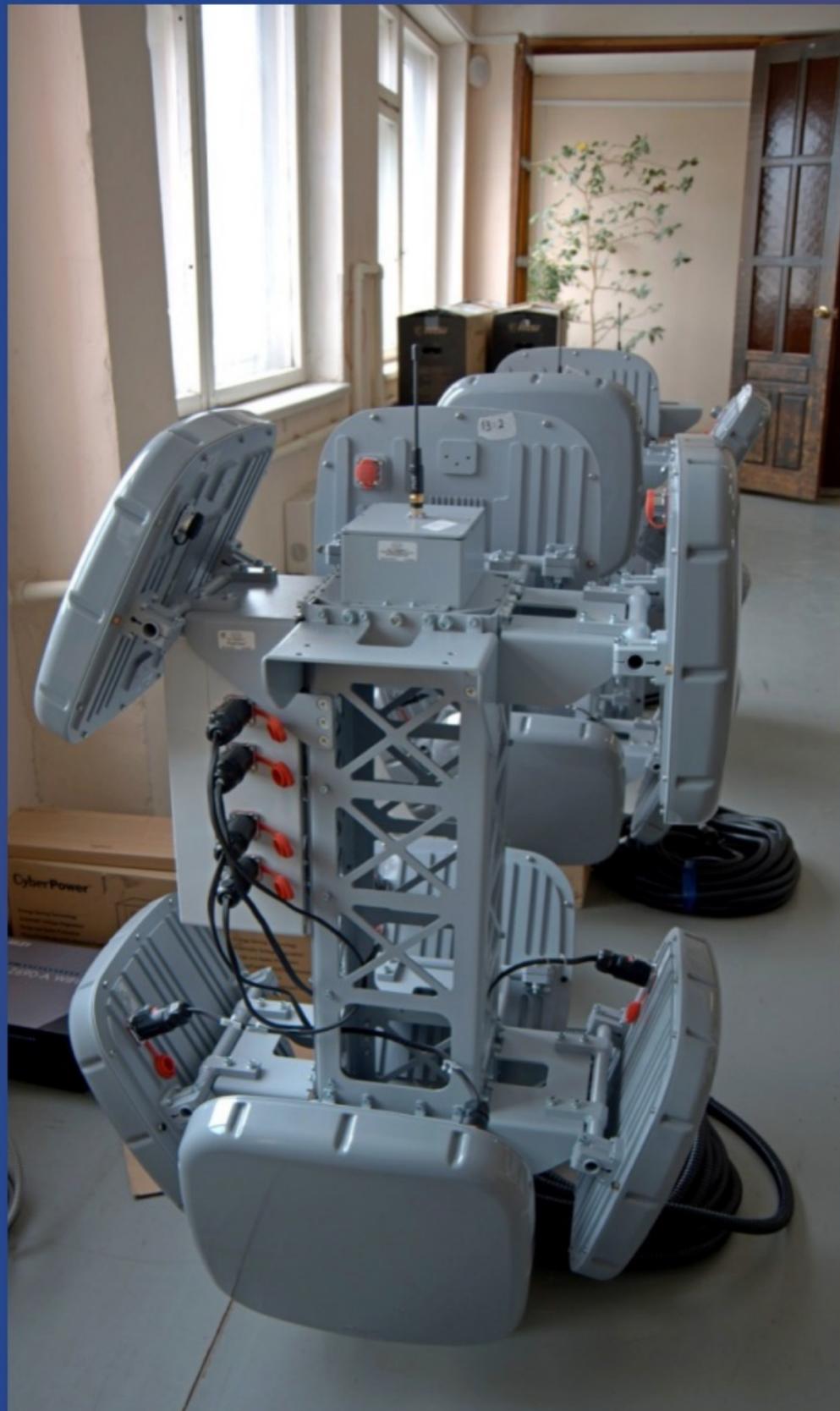
Подробную информацию о параметрах блоков подавления рассмотрим далее.



Примеры различных комплектов комплекса серии «РАДЕСКАН»

Комплекты с сектором работы

360°



Примеры различных комплектов комплекса серии «РАДЕСКАН»

Комплекты с сектором работы

90°



Примеры различных комплектов комплекса серии «РАДЕСКАН»

В 2023 году разработан, испытан и запущен в серийное производство вариант изделия «РАДЕСКАН» с рабочим диапазоном частот 9 ГГц. Эта конструкция используется на объектах с сильной помехой в диапазоне 2,4 ГГц (WiFi и беспроводные сети)

Комплекты с сектором работы

270°

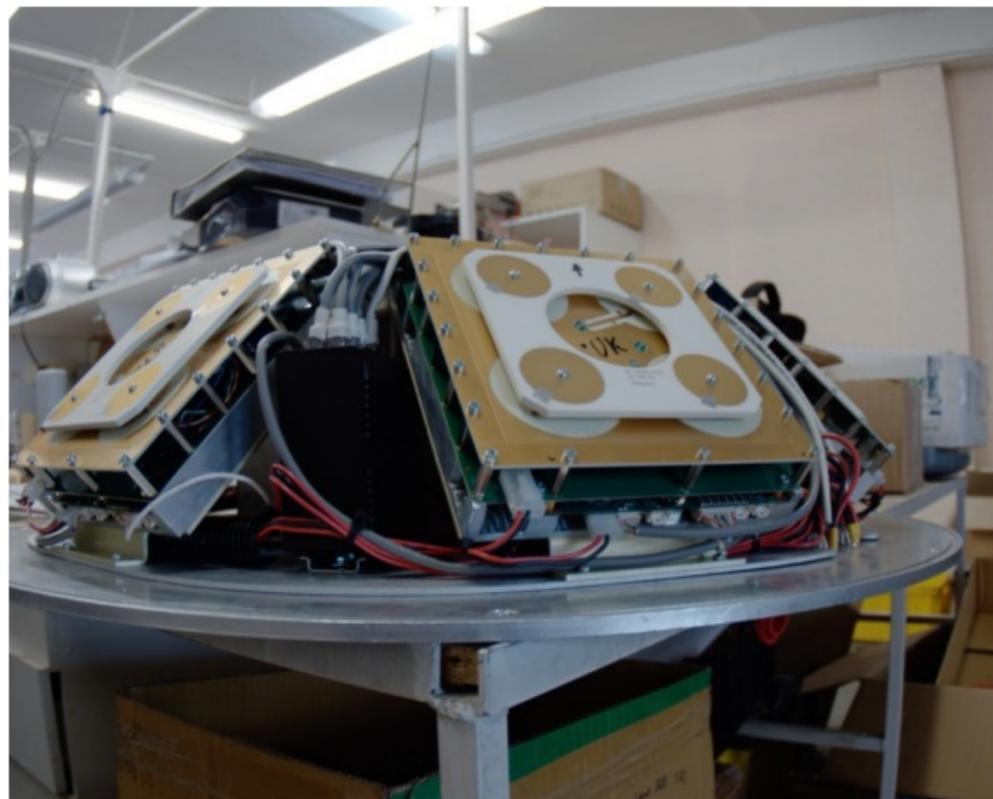
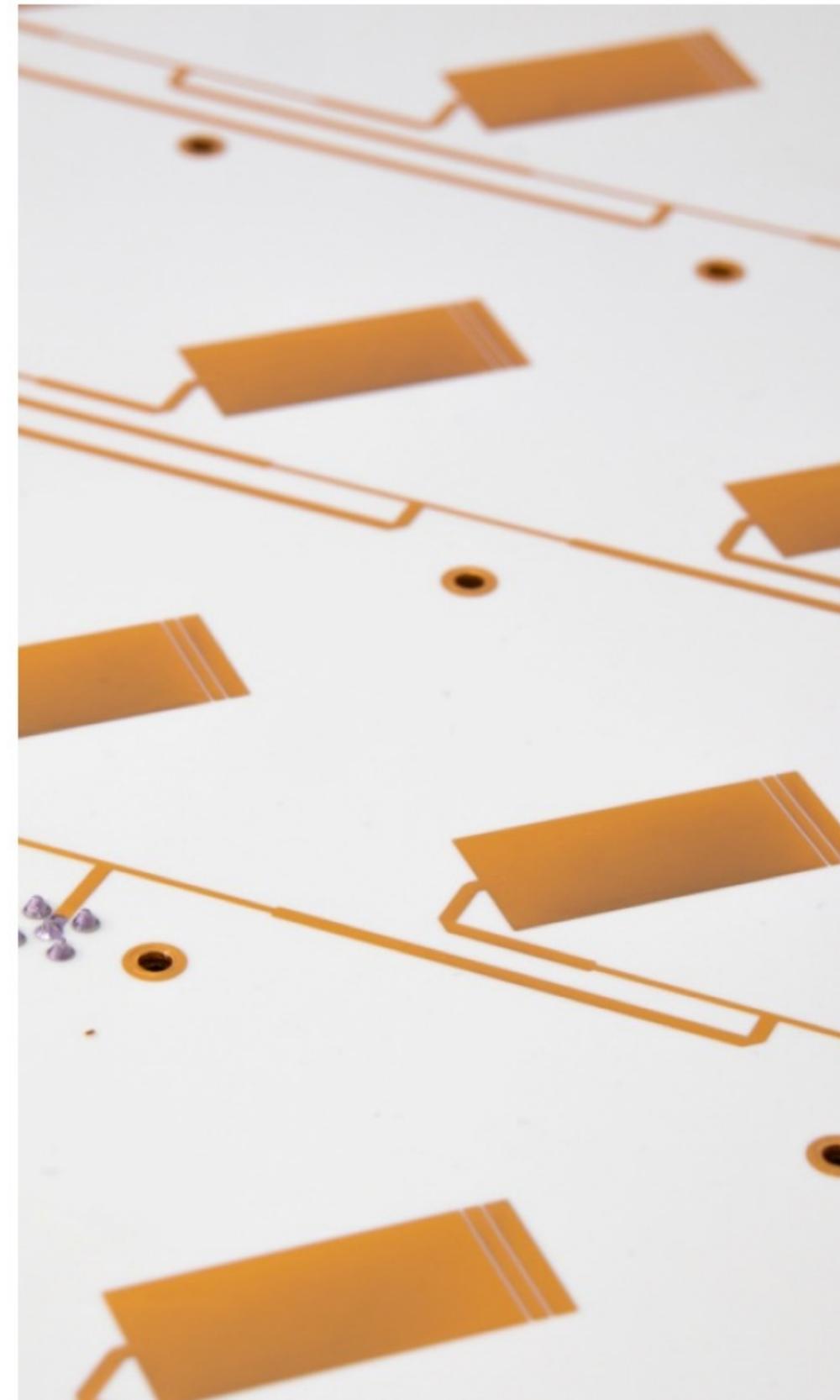
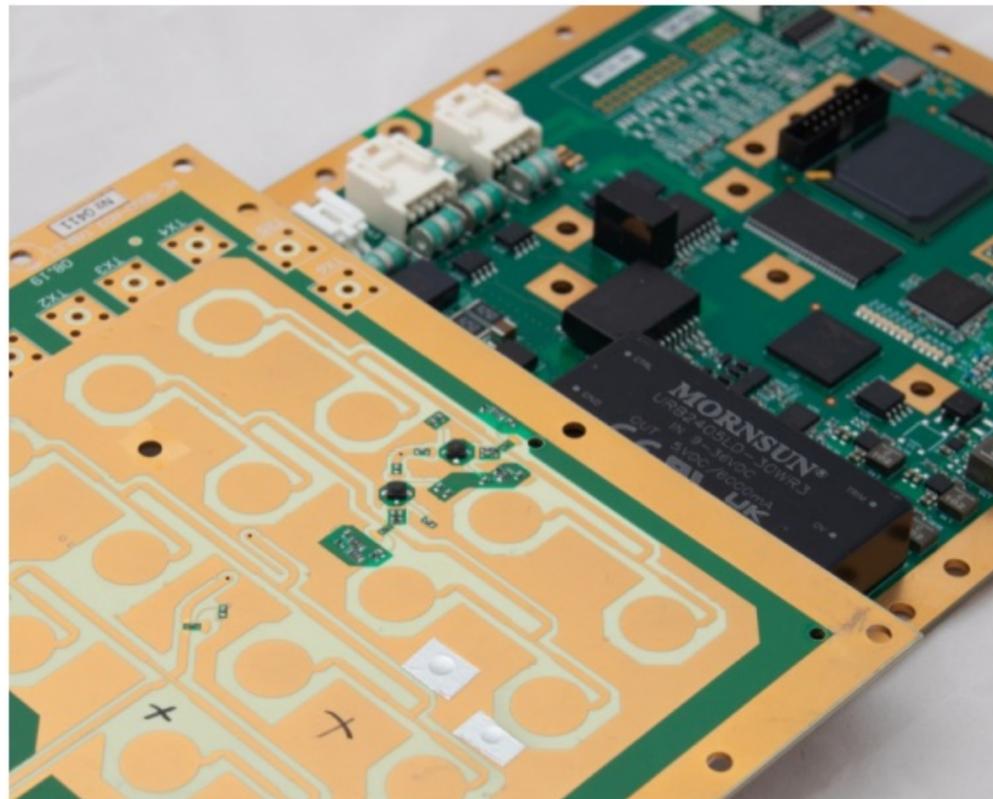
Комплекты электропитания комплекса



При производстве используются запатентованное техническое решение, оригинальные разработки элементов антенных систем, собственные технологические процессы проверки и настройки изделий.

i

Сборка, регулировка параметров и натурные испытания перед отправкой заказчику производятся на собственных испытательных площадках



Основные параметры комплекса противодействия БВС серии «РАДЕСКАН»

Испытания в диапазоне 2,4 ГГц

Проводились на нашем полигоне и объектах потенциальных заказчиков. Испытания проводились при различных погодных условиях. При заявленной инструментальной дальности обнаружения* малых дронов 2000 м.

Максимальная дальность обнаружения составила

1800–1900 м

Подавление сигналов БВС наблюдалось на расстоянии

до 1500 м

Испытания в диапазоне 9,5 ГГц

Проводилось на нашем полигоне при различных погодных условиях, включая облачность и слабый дождь. При заявленной инструментальной дальности обнаружения* малых дронов 1000 м.

Максимальная дальность обнаружения составила

800 м

Подавление сигналов БВС наблюдалось на расстоянии

до 1500 м

*Инструментальная дальность обнаружения цели» относится к условиям «прямой видимости» распространения радиоволн до цели и наилучшим внешним условиям (безоблачное небо, отсутствие тумана, дождя, снегопада и т.п.)

Испытания работоспособности комплекса проводились на следующих типах БВС



DJI Phantom 4 Pro V2.0

Максимальная
горизонтальная скорость

72 км/ч

Максимальная взлетная масса

1.375 кг



Xiaomi Fimi X8 SE 2022 V2

Максимальная
горизонтальная скорость

64 км/ч

Максимальная взлетная масса

0,79 кг



Autel EVO Nano+

Максимальная горизонтальная
скорость

54 км/ч

Максимальная взлетная масса

0,24 кг



Прототип дрона
«Баба Яга»

Максимальная горизонтальная
скорость

50 км/ч

Максимальная взлетная масса

23 кг

Основные преимущества «РАДЕСКАН»

по сравнению со средствами обнаружения БВС с механическим сканированием пространства



Используется различное графическое представление движущихся объектов на графической карте объекта охраны в зависимости от величины оцененной ЭПР объектов.



Доступна настройка времени отображение трека на карте и его автоматическое удаление (стирание) по истечении этого времени.



Есть продвинутый аппаратный фильтр-классификатор: растение/полезный объект. Можно комбинировать различные фильтры в реальном времени.



Предусмотрена внутренняя диагностика аппаратуры РЛС в реальном времени, а также оценка помеховой обстановки во время работы (активные и пассивные помехи) и сигнализация (отображение) ее в графическом виде на карте.



Частота обновления информации 5 Гц — пять раз в секунду. Вращающиеся антенны обновляют информацию 0,5–1 раз в секунду. Это приводит к неоднозначному обнаружению цели.



Доступны широкие возможности программной фильтрации выдаваемых РЛС траекторий — по ЭПР, дальности, азимуту, скорости, и т.д.



Нет механического вращения антенны. Нет дорогой по цене активной фазированной антенны.



Программное обеспечение комплекса «РАДЕСКАН-АНТИДРОН»

i

Комплект мониторинга выполнен на базе ПК или ноутбука, и предназначен для настройки параметров средства обнаружения — комплекта РЛС и отображения информации об обнаруженной цели. Одновременно могут отображаться до 250 целей.

В реальном масштабе времени для цели, выбранной оператором, на мониторе отображаются

Траектория движения строится по методу интерполирования. Это не даёт очень точное определение положения дрона в любой момент времени, но позволяет построить траекторию движения.

При определении направления на цель, эта информация передаётся на поворотную платформу с видеокамерой или тепловизором для «сопровождения» цели и её идентификации. Надежность идентификации зависит от параметров объектива тепловизора (или видеокамеры).

Вся информация записывается в энергонезависимую память ПК. Всё необходимое Программное обеспечение предварительно установлено на ПК. В состав комплекта входит преобразователь интерфейса USB\RS485 для сопряжения ПК с периферийным оборудованием.



Траектория движения цели в азимутальной плоскости



Вектор и величина скорости цели



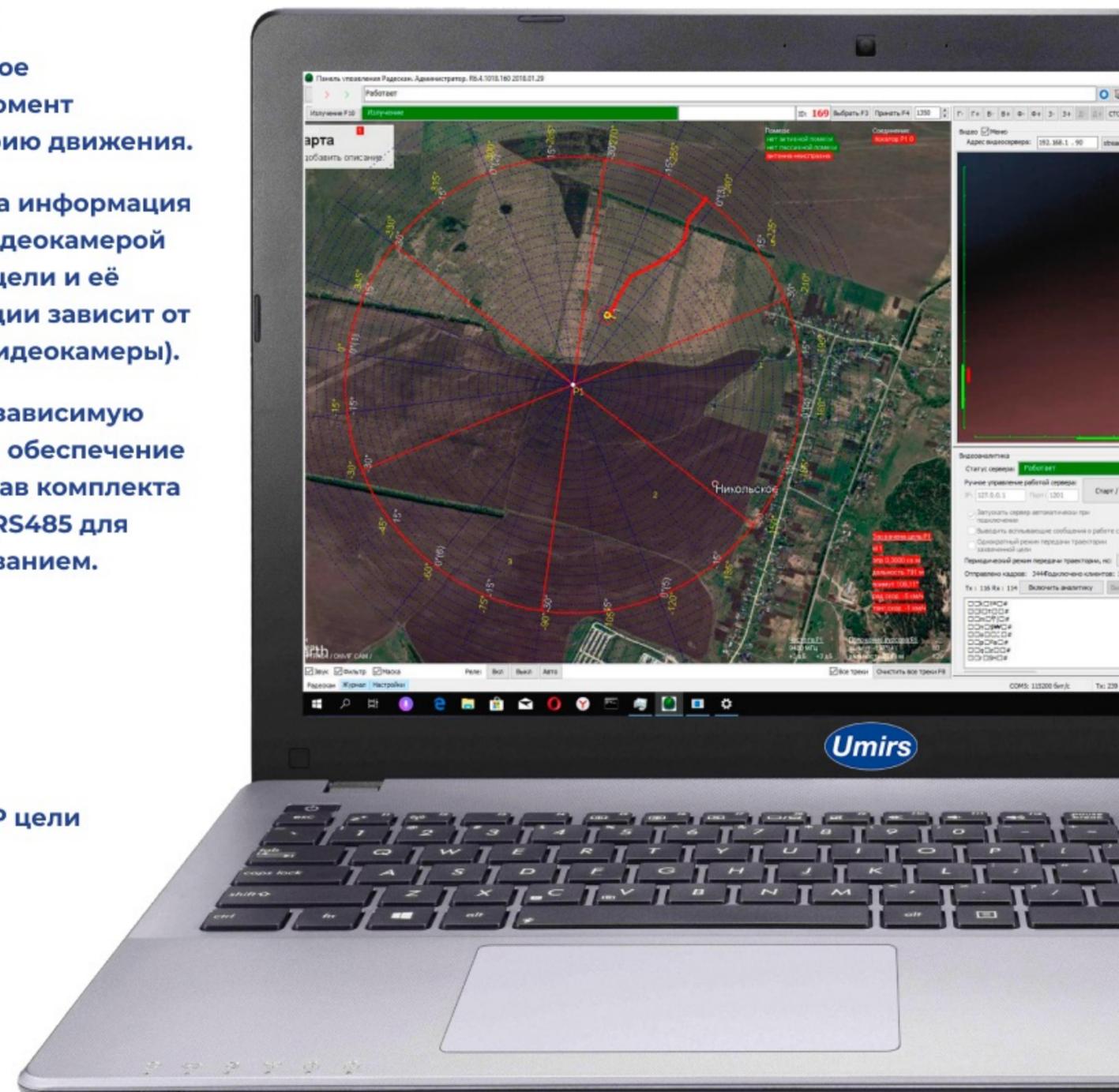
ЭПР цели



Направление на цель в азимутальной плоскости



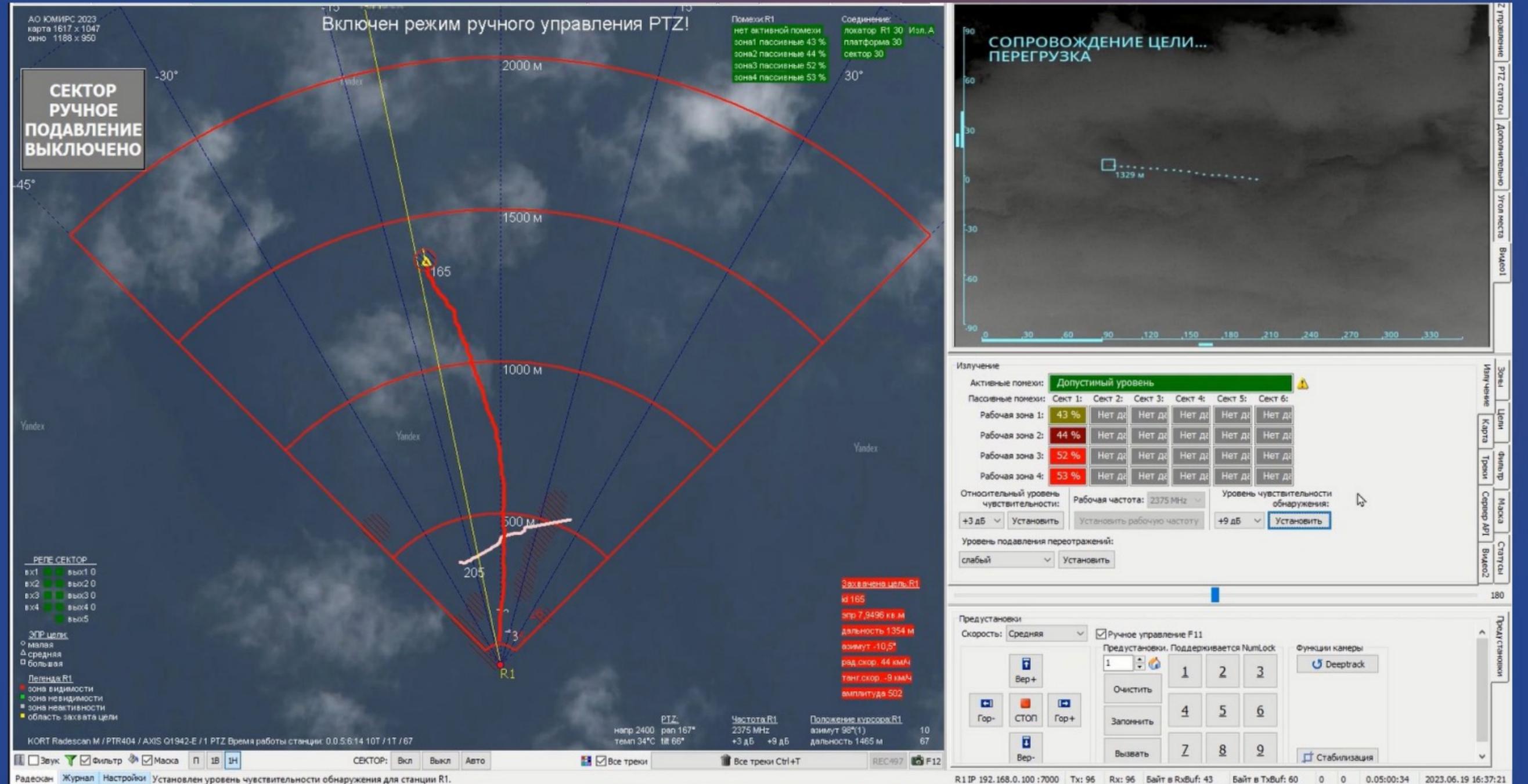
Расстояние до цели



Пример визуального интерфейса комплекса «РАДЕСКАН-АНТИДРОН»

С рабочим сектором

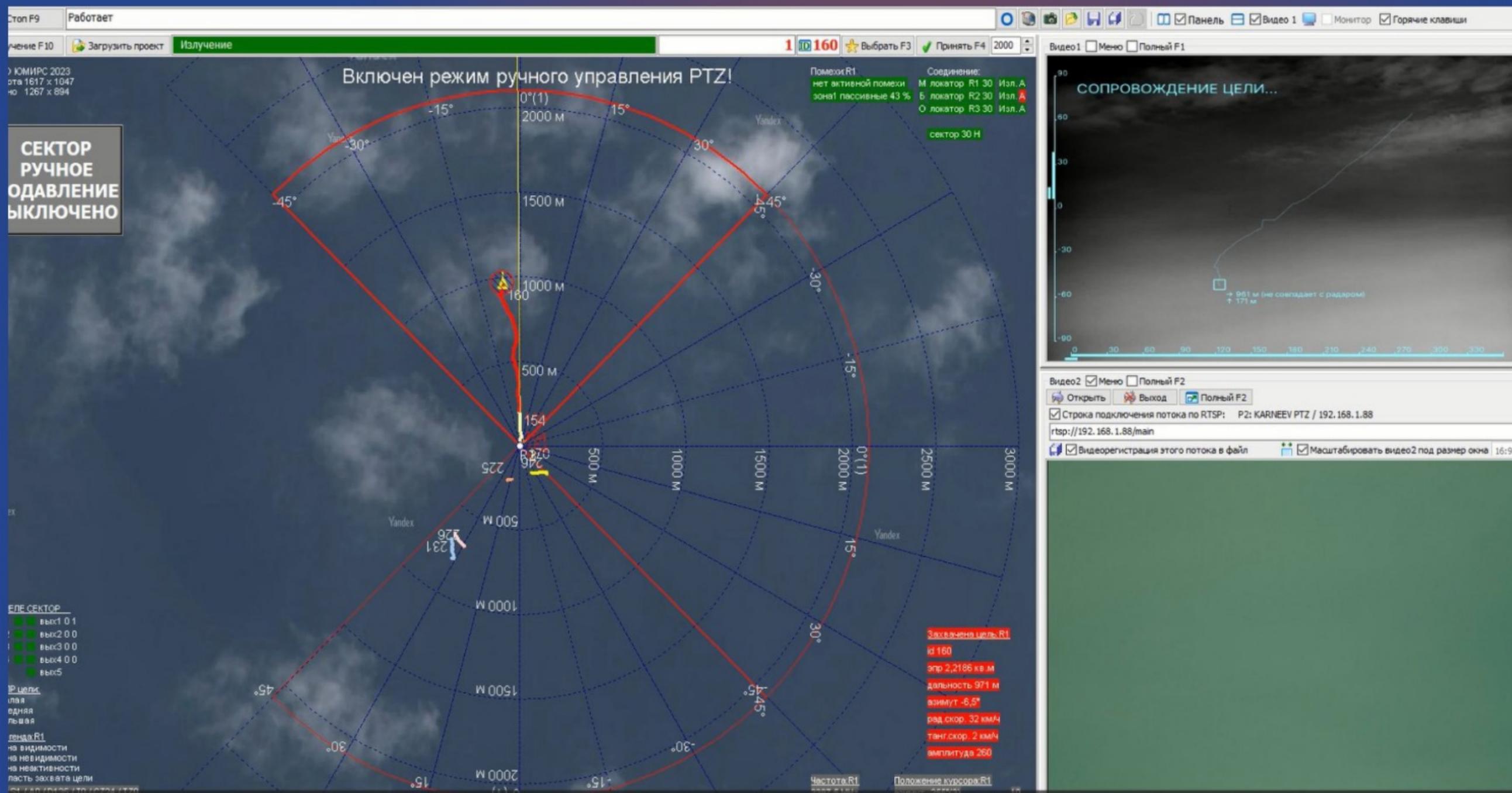
90°



Пример визуального интерфейса комплекса «РАДЕСКАН-АНТИДРОН»

С рабочим сектором

270°



Особенности блоков подавления сигналов управления БВС, сигналов передачи информации пилоту и сигналов спутников геолокации в комплексе «РАДЕСКАН»

i

Подавление осуществляется излучением радиочастотных помех в различных диапазонах сигналов управления и ориентации БВС

Проведены эксперименты и анализ необходимых методов для радиочастотного подавления каналов управления беспилотных воздушных судов (БВС), основанных на использовании радиосигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ).

Экспериментально подтверждено подавление сигналов управления дронов типа Autel.

В настоящее время требуется не менее 7 частотных каналов для успешного подавления сигналов БВС гражданского назначения:

433 МГц

900 МГц

1,2 ГГц

1,6 ГГц

2,4 ГГц

5,2 ГГц

5,8 ГГц



С рабочим сектором

180°



С рабочим сектором

360°

Особенности блоков подавления сигналов управления БВС и сигналов спутников геолокации в комплексе «РАДЕСКАН»

Приёмные антенны большинства типов гражданских БВС имеют линейную поляризацию вектора напряжённости поля, или горизонтальную или вертикальную. Они хорошо принимают радиоволны только соответствующей поляризации. Для эффективного подавления сигнала БВС требуется чтобы сигнал помехи по поляризации совпадал с поляризацией антенны БВС.

Опыт эксплуатации показал, что наиболее эффективным является такой метод подавления сигналов БВС, который включает излучение помехи как на вертикальной, так и на горизонтальной поляризации, поскольку неизвестна поляризация антенн обнаруженного БВС.

Некоторые «подавители» БВС (например «антидроновые ружья») излучают сигнал с круговой поляризацией, в которой вектор поля вращается в пространстве. Из этой круговой поляризации антенна БВС как бы «выхватывает» линейно поляризованную часть энергии сигнала подавления. Остальная энергия просто теряется. По этой причине системы с круговой поляризацией обладают меньшей дальностью подавления при одинаковых мощностях излучения.

i

В связи с этим, в 2023 году конструкция блоков подавления в комплексе «РАДЕСКАН» была существенно модернизирована. В настоящее время мы рекомендуем блоки подавления сигналов БВС работающих на двух поляризациях. Этим обеспечивается более надежное воздействие на БВС.



Параметры модернизированного комплекта подавления сигналов управления БВС и сигналов спутников геолокации

Блок радиоэлектронного противодействия секторный РЭП-2 (СЧ)

Диапазон 1 RC868, 916

Диапазон 2 GPS L2, L5/ Глонасс L2, L3

Диапазон 3 GPS L1 / Глонасс L1

2 поляризации

1 поляризация

1 поляризация

Блок радиоэлектронного противодействия секторный РЭП-1 (НЧ)

Диапазон 1 RC 433

1 поляризация

Блок радиоэлектронного противодействия секторный РЭП-3 (ВЧ)

Диапазон 1 2.4G

Диапазон 2 5.2G

Диапазон 3 5.8G

2 поляризации

2 поляризации

2 поляризации

Рабочий угол излучения всех блоков, вертикальный

90°

Рабочий угол излучения всех блоков, горизонтальный

90°

Максимальная дальность подавления

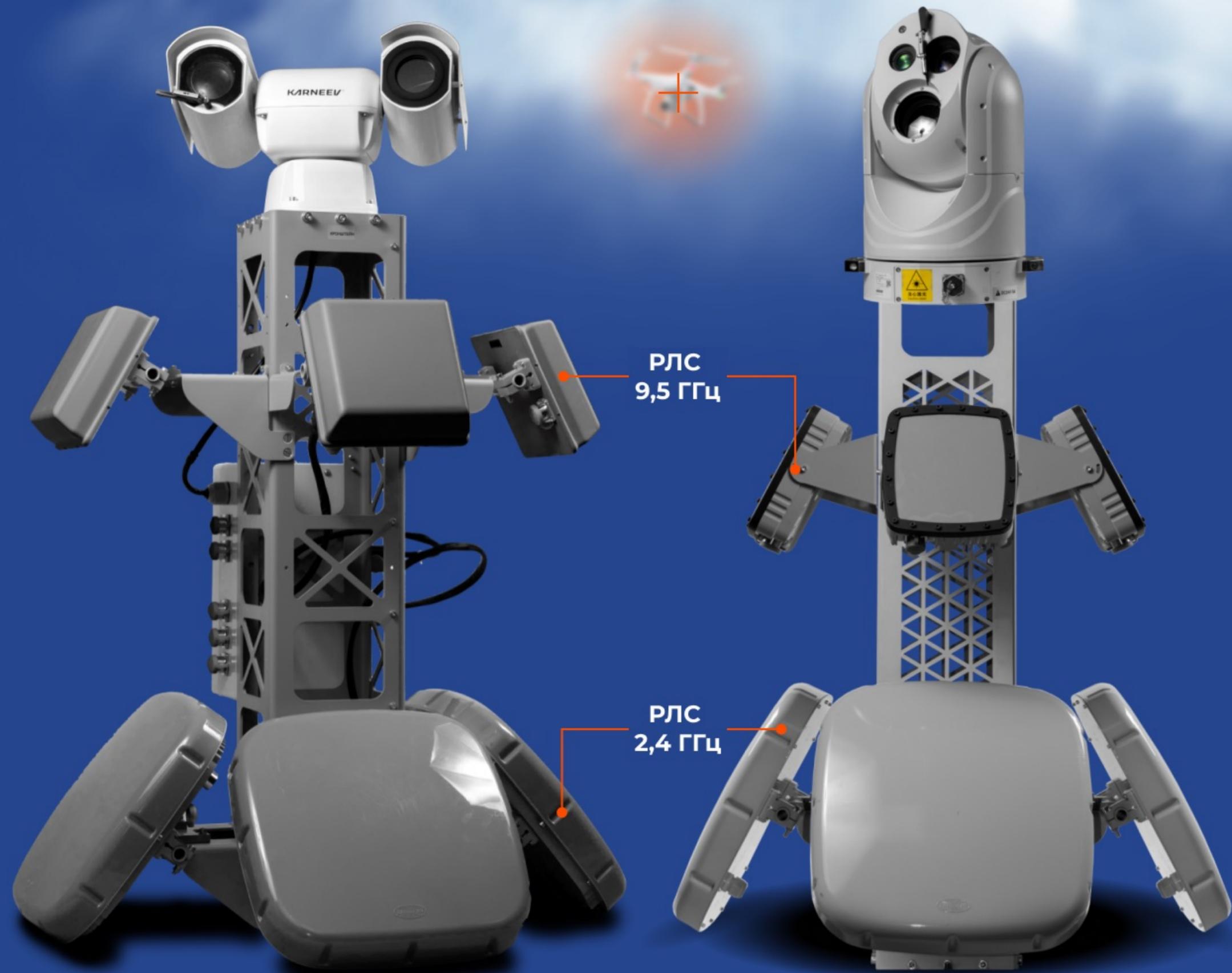
1500 м

Принципиально новый подход к обнаружению БВС в двух частотных диапазонах: 2,4 ГГц и 9,5 ГГц

Необходимость использования двух диапазонов частот для обнаружения БВС продиктовано особенностями распространения радиоволн, тонкостями обработки радиолокационных сигналов и реальной помеховой обстановки на охраняемом объекте.

i

Различные типы БВС имеют свои особенности в формировании отражённого сигнала, что нужно учитывать в алгоритме обработки сигнала.



Принципиально новый подход к обнаружению БВС в двух частотных диапазонах: 2,4 ГГц и 9,5 ГГц

Одновременное использование двух диапазонов частот для обнаружения БВС предполагает отображение двух разных окон на мониторе оператора комплекса.



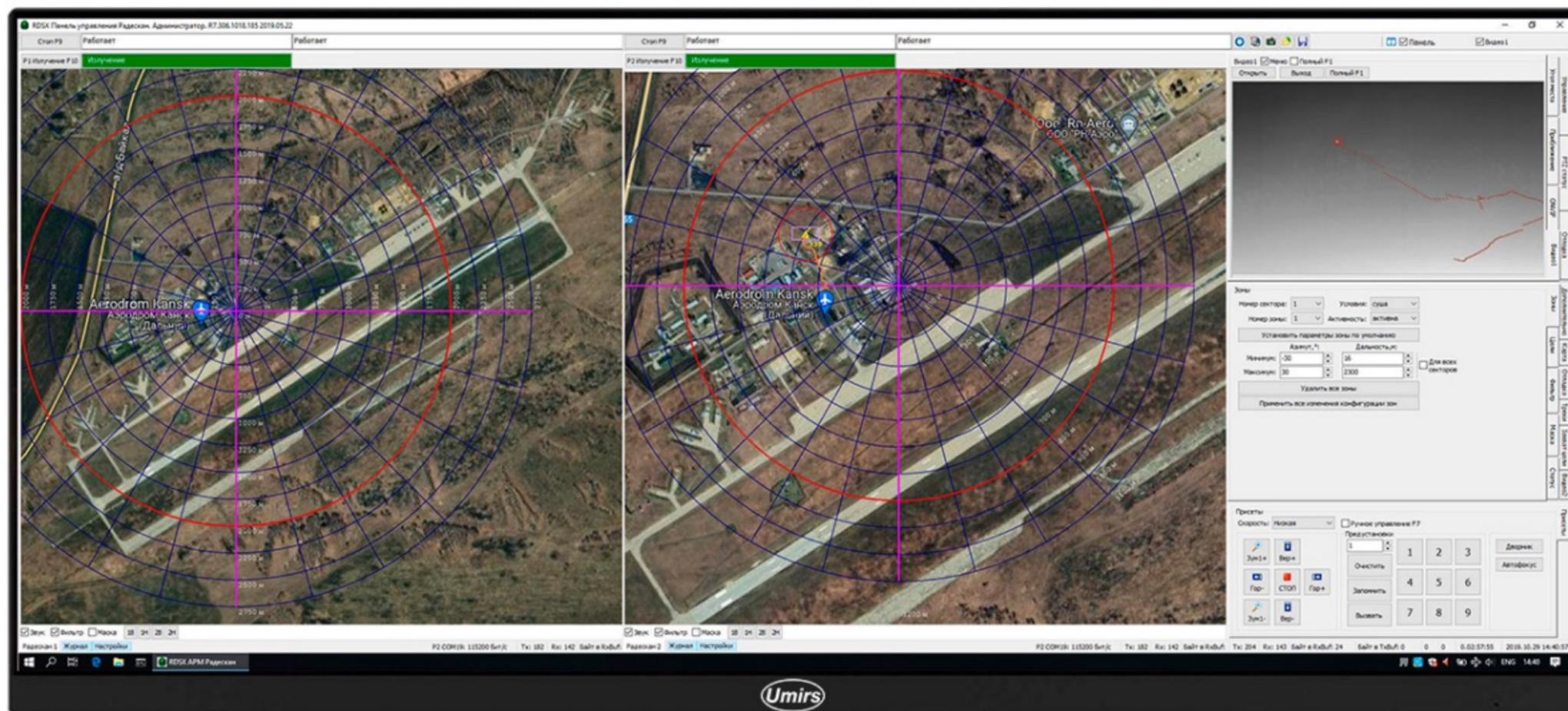
Окно отображения
видеоинформации и параметров
цели — единое.

Слева — сектор охраны
большей дальности
обнаружения

2,4 ГГц

Справа — сектор охраны
меньшей дальности
обнаружения

9,5 ГГц



Ближайшие планы на развитие технологий по противодействию БВС

В настоящее время проводится НИОКР по созданию комплекса, в котором определяется три координаты положения обнаруженного БВС .

Это позволит строить пространственную траекторию движения обнаруженного БВС и более точно идентифицировать цель средствами видеоаналитики на базе тепловизора и видеокамеры.



i

Получено положительное решение на полезную модель в Роспатенте. Прорабатываются различные конструкторские решения.

Проведены и продолжаются натурные испытания на различных типах целей.



Скрин экрана АРМ оператора комплекса противодействия БВС

С дальностью обнаружения легкомоторного самолёта

до 7 км

