



ФСТЭК России

ФГУП «Научно-Исследовательский Институт
Прикладной Акустики»



Пассивная акустическая система обнаружения БПЛА

Докладчик:

Козлов Сергей Александрович
заместитель генерального директора
кандидат технических наук, доцент



Дубна, 2024 г.

ФГУП «НИИПА» является одним из градообразующих предприятий города-наукограда Дубна Московской области



Основное научно-техническое направление:

создание интеллектуальных систем и комплексов различного назначения на основе достижений прикладной акустики



Я - первый в мире
беспроводной
УТЮГ!!!

Ха-ха-ха!..
Да неужели?..

новое – это хорошо забытое старое!

Немного истории





тогда



сейчас



Назначение и основные тактико-технические характеристики системы



Назначение

- обнаружение и сопровождение БПЛА
- выдача целеуказаний РЛС, ОЭС и средствам противодействия БПЛА

Основные тактико-технические характеристики

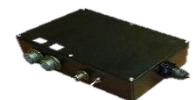
- сектор ведения наблюдения: **60° - 360°**
- погрешность определения направления на цель: **от 5° до 15°**
- диапазон рабочих частот акустических антенн: **широкий (100 - 5000 Гц)**
- дальность обнаружения (на примере БПЛА с электродвигателями типа DJI): **до 1,5 км**
- малое электропотребление (до 30 Вт с вычислителем)



| Тип ЛА | Дальность обнаружения, до, м | |
|------------------------------|------------------------------|------|
| | город | поле |
| Мини и микро класс (электро) | 300 | 1500 |
| С ДВС | 1000 | 5000 |
| Вертолеты | 3000 | 7000 |



Состав системы



- линейная, плоская и рупорная акустические антенны
- система сбора и передачи информации в составе:
 - блок сбора и передачи информации
 - оптоволоконная линия связи
 - блок приема информации
 - пульт обработки и отображения информации (на базе ноутбука /промышленного компьютера)
- специальное программное обеспечение для регистрации и обработки акустических сигналов (в т.ч. с применением нейронной сети для классификации объектов)
- система электропитания 220В/12В с возможностью подключения солнечной батареи



Типы акустических антенн



Малогабаритная плоская 4-х канальная акустическая антенна

- размеры: 450 x 450 мм, вес 1,5 кг;
- дальность обнаружения БПЛА Phantom до 800 м;
- сектор обнаружения: 180°;
- определение угла места.



Рупорная 4-х канальная акустическая антенна

- размеры: 1200 x 700 мм, вес 15 кг;
- коэффициент усиления рупоров 14 дБ;
- сектор обнаружения: 60°;
- определение угла места.



Типы акустических антенн

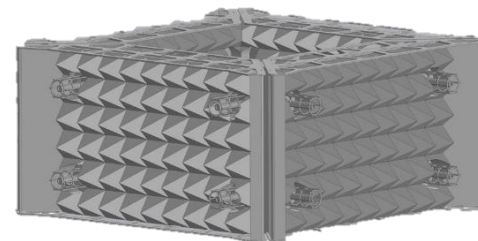


Многоканальная линейная акустическая антенна

- размеры: 2 x 0,1 м, вес 5 кг;
- дальность обнаружения БПЛА Phantom до 800м;
- сектор обнаружения: 360°;
- определение угла места;
- разрешение по углу до 5°.

Кубическая 8-ми/16-ти канальная антенна

- дальность обнаружения:
 - электрические БПЛА - до 700 м;
 - ДВС БПЛА – до 2000 м;
 - Реактивные БПЛА – до 3000 м.
- размеры: 600x600x500 мм, вес 20 кг;
- сектор обнаружения: 360°;
- определение азимута/угла места;
- стационарное/мобильное применение на треноге/мачте.



Вариант исполнения системы



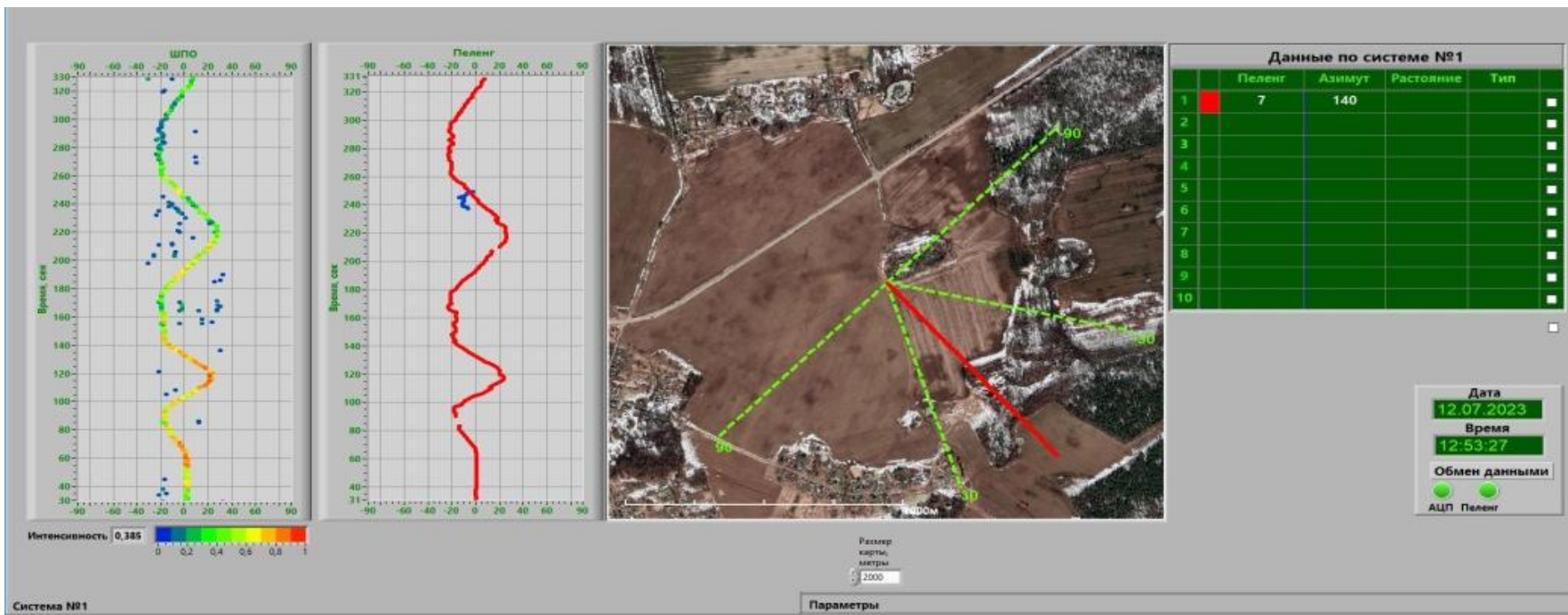
| Вариант исполнения | №3 |
|---|---|
| Особенности/ исполнение/ передача данных/ электропитание | линейная антенна / для мачт, опор стационарное (мобильное) / RS485(радиоканал, GSM) / 220 В (+ аккумуляторы + солнечные батареи) |
| Масса, кг (без аккумуляторов) | 1,5 |
| Фото |  |
| Дальность обнаружения *, м поле/город | до 800/300 |
| Сектор наблюдения, ° | 90 |
| Точность обнаружения, ° | 8 |
| Количество целей в секторе | 6 |
| Определение азимута/угла места | да/нет |

* БПЛА микро и мини класса

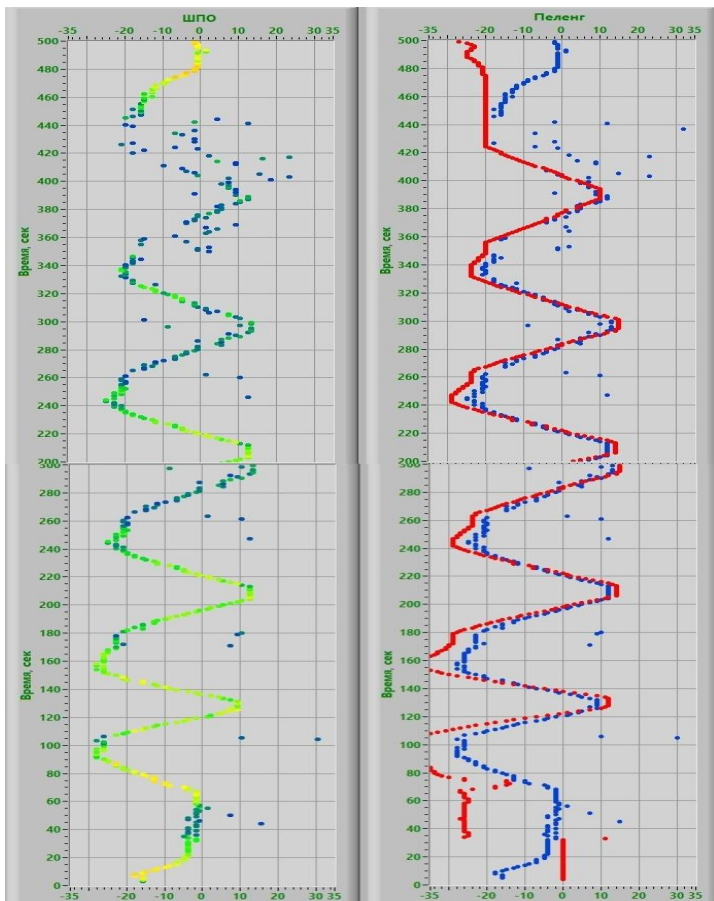
Возможности специального ПО



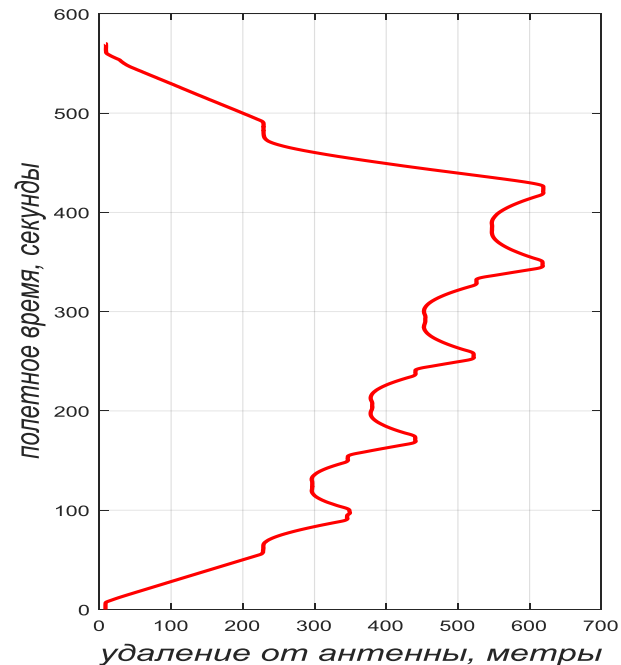
- ✓ Отображение до 6 отметок цели в каждом секторе 60°
- ✓ Построение траектории движения каждой цели
- ✓ Выдача пеленга, азимута, угла места, дальности до цели
- ✓ Отображение акустической интенсивности цели
- ✓ Звуковое оповещение оператора о появлении цели
- ✓ Привязка расположения системы к карте местности
- ✓ Выдача данных о цели во внешнее устройство



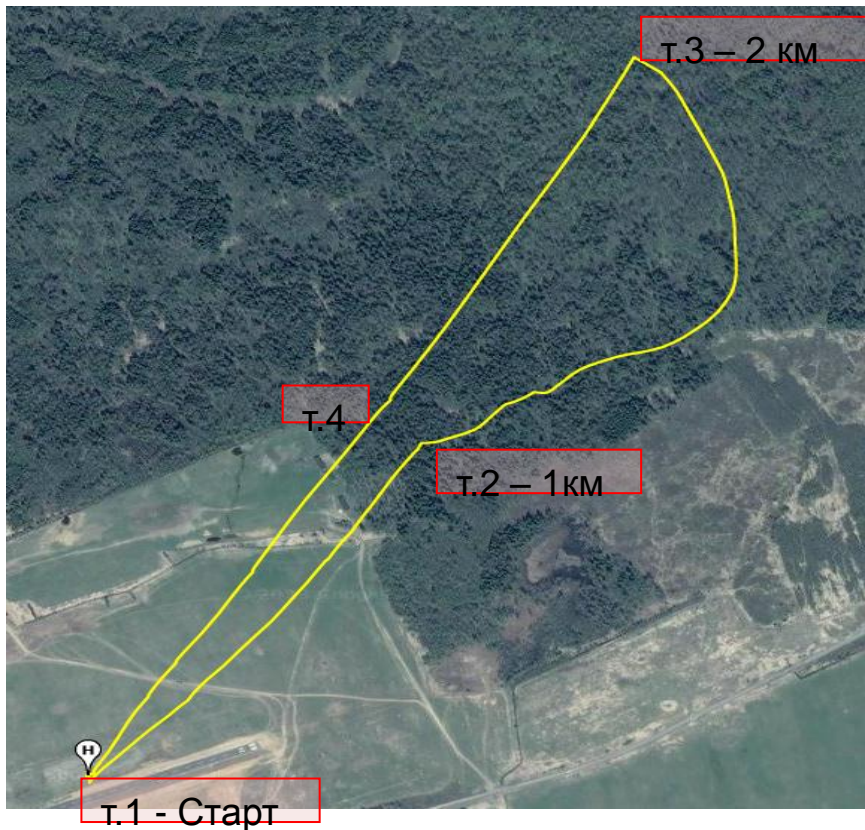
Результаты испытаний



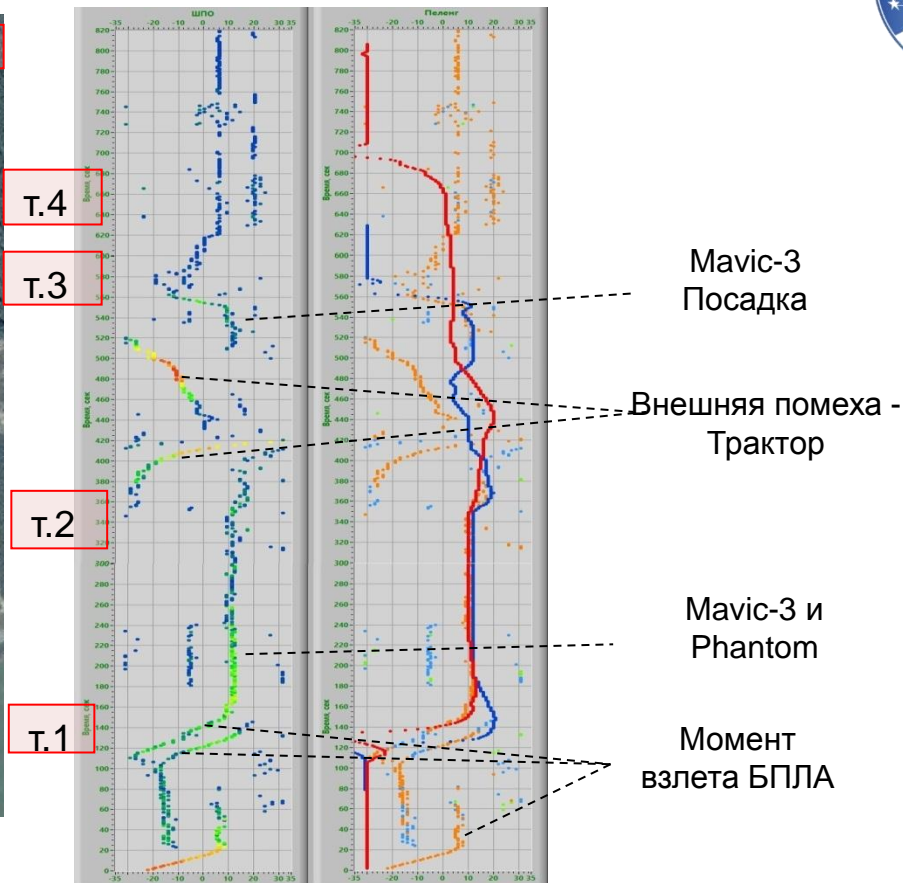
Угловые отметки обнаруженных целей при полете БПЛА Matrix-200
(слева – отметки с уровнем интенсивности, справа – отметки с наложенной траекторией полета)



Результаты испытаний



Траектория полета БПЛА Phantom и трех других БПЛА по одному маршруту (имитация роя)



Траектория полета БПЛА Phantom и трех других БПЛА с наложенной траекторией полета по известным GPS данным

Основные преимущества и перспективы развития системы



- ✓ полная помехоустойчивость к птицам
- ✓ пассивный принцип обнаружения БПЛА
- ✓ возможность комплексирования с другими средствами обнаружения (например, с оптико-электронными и радиолокационными системами) и средствами противодействия БПЛА с целью создания мультисенсорных интеллектуальных комплексов активной защиты объектов от БПЛА
- ✓ малое энергопотребление
- ✓ возможность быстрого развертывания и работы в автономном режиме
- ✓ возможность определения координат и дальности до цели (методом триангуляции)
- ✓ применение нейросетевых алгоритмов обработки акустических сигналов для обнаружения и идентификации различных типов БПЛА
- ✓ возможность уменьшения массогабаритных характеристик и улучшения эргономических показателей системы

| | |
|--------------------|---|
| Статус разработки | внутренняя ОКР проведена войсковая апробация |
| Уровень готовности | 90 %, РКД, ЭД, ОО |
| Заказчик | инициативная разработка |

Комплексирование системы



ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТИЧЕСКОГО КАНАЛА



город

поле

200 м

700 м

до 1000 м



1. акустика
2. акустика + РЛС + оптика
3. акустика + оптика

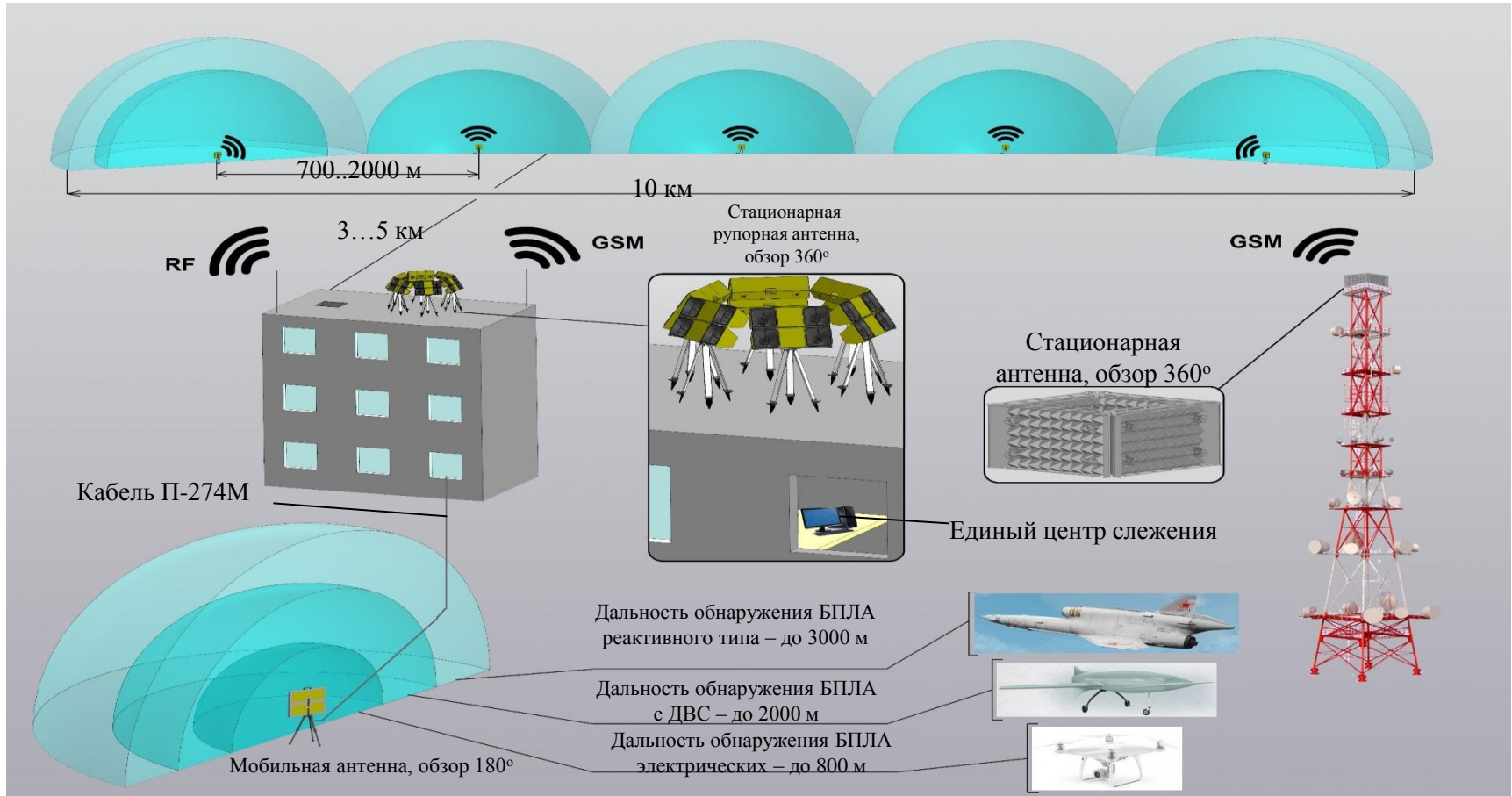
Характеристики видеомодуля DV-EYE-v30xir250

| Характеристики видеомодуля | DV-EYE-v30xir250 |
|------------------------------|--|
| Общие данные: | |
| Температура окружающей среды | - 50°С +60°С (с дополнительным обогревателем) * |
| Защита | IP 67 |
| Вес | 12 Kg |
| Мощность | 24В/30В Постоянный ток / 100Вт |
| Видеокамера: | |
| Сенсор камеры | Видео 1/2.8" Exmor-R / 2.13 Mpix |
| Объектив | f=4,3-129мм (30x) / 63,70 – 2,30 |
| Чувствительность | Цветной режим – 0,0013 люкс / ЧБ - 0,0008 люкс |
| Кодек | 1920x1080 / Два потока |
| ИК подсветка: | |
| Опция 1 | ИК 250м |
| Опция 2 | ИК 300м |
| Опция 3 | ИК 400м |
| Поворотно-опорный механизм: | |
| Поворот | 0.1 – 120°/сек, 360° непрерывное панорамирование |
| Наклон | 0.1 – 120°/сек, +/- 180° |
| Предустановки | 360° |

| ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДАРА | DR-500 |
|---|--|
| Тип Радара | Импульсно-Доплеровский Твердотельный, Безкинематический |
| Рабочая частота | Диапазон С (5,7+5,8 ГГц) |
| Обзор радара по Азимуту, град | 360° |
| Дальность обнаружения (Стандартная/ Максимальная) | 500 м / 700 м |
| Примеры дальности обнаружения | |
| DJI Phantom-4 | 450-500 м |
| DJI Mavic-2 | 350-500 м |
| Человек | 500 м |
| Одновременное отслеживаемые цели | 250 |
| Минимальная ЭПР (Эффективная Площадь Рассеяния) | 0,01м² - Дрон |
| Фильтр Ложных тревог | Интеллектуальный |
| Динамическое Распределение Мощности | Есть |
| Питание / Передача данных | PoE+ / Ethernet |
| Рабочая температура | -40°С to +60°С |



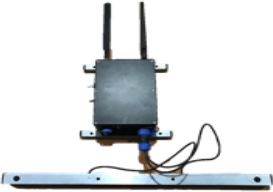



Варианты реализации системы для защиты объектов от БПЛА



Модельный ряд пассивных акустических систем обнаружения БПЛА



| Вариант исполнения | №1 | №2 | №3 | №4 |
|---|---|--|--|--|
| Особенности/ исполнение/ передача данных/ электропитание | рупорная антенна / стационарное / Ethernet / 220 В (+ аккумуляторы + солнечные батареи) | плоская антенна / стационарное (мобильное) / RS485 (радиоканал) / 220 В (+ аккумуляторы + солнечные батареи) | линейная антенна / для мачт, опор стационарное (мобильное) / RS485(радиоканал, GSM) / 220 В (+ аккумуляторы + солнечные батареи) | рупорная антенна на роботизированной платформе / мобильное / радиоканал / аккумуляторы + солнечные батареи |
| Масса, кг (без аккумуляторов) | 90 (на 360°) | 3 (500 мм x 500 мм x 40 мм) | 1,5 | 30 |
| Фото |  |  |  |  |
| Дальность обнаружения *, м поле/город | до 1500/700 | до 800/300 | до 800/300 | до 1500/700 |
| Сектор наблюдения, ° | 60 (360) | 180 | 90 | 60 |
| Точность обнаружения, ° | 8 | | | |
| Количество целей в секторе | 6 (36) | 6 | 6 | 6 |
| Определение азимута/угла места | да/нет | да/да | да/нет | да/нет |

* БПЛА мини и микро класса



**ФГУП «Научно-исследовательский институт прикладной акустики»
г. Дубна**

Координаты для связи:

Глебов Петр Сергеевич
начальник 13 КБ, главный конструктор
petr.glebov@niipa.ru
8(496) 219-98-23 (доб. 23-45)

Козлов Сергей Александрович
заместитель генерального директора
sergei.kozlov@niipa.ru
8(496) 219-98-23 (доб. 21-33)
8-916-849-08-67