

**Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский центр «Охрана»
Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации**

Противодействие беспилотным воздушным судам при организации охраны крупных объектов большой площади

**Доклад
Михайлова Алексея Алексеевича
научного сотрудника ФКУ "НИЦ "Охрана" Росгвардии**

Средства противодействия БВС

Средства противодействия БВС

Поражение цели средствами ПВО

Поражение цели дрона м-истребителем

Поражение цели лазерным излучением

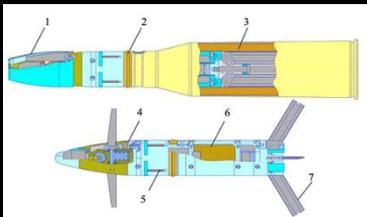
Засветка электронно-оптических и ИК средств
видеонаблюдения лазерным излучением

Поражение цели микроволновым излучением

Поражение цели электромагнитным импульсом
взрывного генератора

Воздействие на цель средств РЭБ

Поражение цели средствами ПВО



Зенитный управляемый 57-мм снаряд

1 – защитный колпак; 2 –
центрирующий пояс; 3 – гильза; 4
– рулевой привод; 5 – неконтактный
радиодатчик цели; 6 – взрывчатое
вещество; 7- оперение



30 мм снаряд ЗУОФ23

Снаряд с программируемым временем
подрыва. ОАО "НПО "Прибор"



ЗУ-23-М



ЗСУ-23-4 «Шилка»



ЗРК «Оса»



ЗРК «ТОР М 2»

Поражение цели дроном-истребителем



Дрон-истребитель "DroneBullet"
таранного типа



Дрон-истребитель
вертикального взлета от МАИ
(вооружен гладкоствольным
автоматическим ружьем
"Вепрь-12")



Дрон-истребитель взрывного
поражения, запускаемый из
контейнера, установленного на
автомобиле

Поражение цели лазерным излучением



Лазерный комплекс
«Пересвет»



Лазерный комплекс
ВМС США



Лазерный комплекс
«Рать»

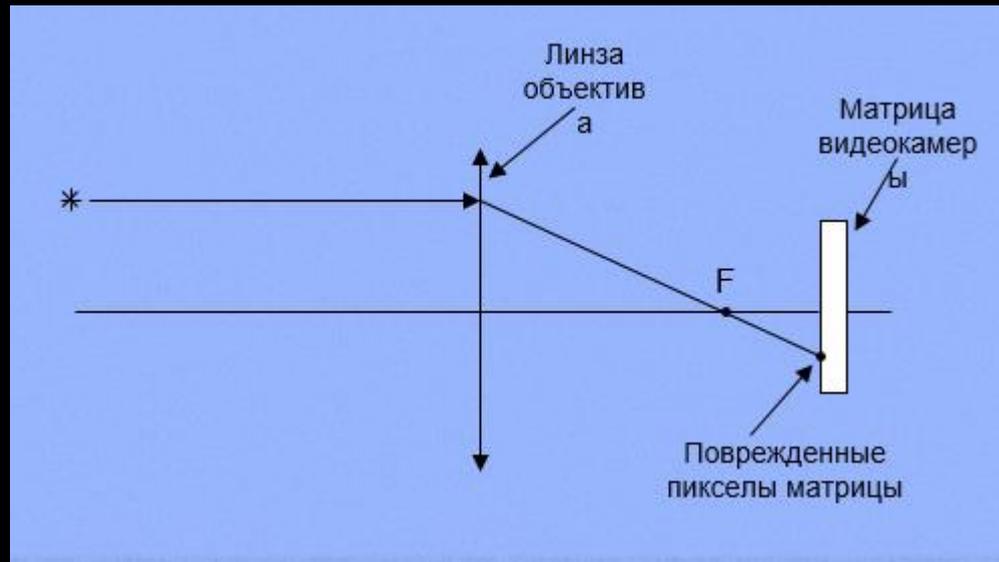
Поражение или "засветка" оптикоэлектроники БВС лазерным излучением

Засветку видеокамер возможно осуществить лазерной указкой с мощностью всего 10 мВт.

При отклонение луча лазерной указки на 30° от оптической оси объектива вероятность полной засветки резко уменьшается, а при угле в 45° и более градусов полностью отсутствует.

Таким образом, для гарантированной засветки видеокамеры лучом лазера надо чтобы оптические оси источника и объектива видеокамеры совпадали.

При использовании лазерного излучения с мощностью от 2 Вт и выше приводит к «выжиганию» отдельных пикселей матрицы видеокамеры. Выжигание отдельных пикселей матрицы, а не всей матрицы объясняется тем, что лазерная указка для матрицы видеокамеры является точечным источником и соответственно проецируется на матрицу в виде точки (реально изображение лазерного излучателя занимает 2-3 пиксела на матрице), и соответственно прожигаются эти 2-3 пиксела, см. рис.



Поражение цели микроволновым излучением



ЭМИ-генератор
"Ранец-Э"

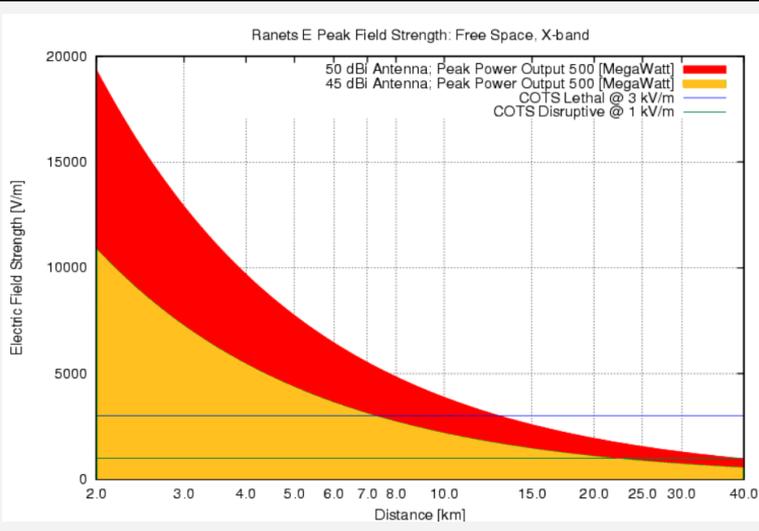
Зависимость
напряженности поля
(В/м) от расстояния
(км) для

ЭМИ-генератора
"Ранец-Э"

(красным - для
антенны с Кус- 50 dBi,
желтым - для антенны
с Кус- 45 dBi)



ЭМИ-генератора "Phaser"



Классификация БВС

iPhantom 4		PD-1		Ту-141 Стриж	 <p>ТУ-141 СТРИЖ БЛА-снаря</p>
MAVIC 2		Muglin-3	 <p>БЛА-снаря</p>	UJ-23 Toraz	 <p>UJ-23 TORAZ</p>
Mavic 3		Vayraktor th2		RQ-4 Global Hawk	
<p>Квадрокоптеры (малый класс)</p>		<p>Самолетный тип (средний класс)</p>		<p>Самолетный тип (тяжелый класс)</p>	

<p>Nano-БПЛА</p>	<p>Маловысотные БПЛА для проникновения в глубину обороны противника</p>
<p>Micro-БПЛА</p>	
<p>Mini-БПЛА</p>	<p>Маловысотные БПЛА с большой продолжительностью полета</p>
<p>Легкие БПЛА для контроля переднего края обороны</p>	<p>Средневысотные БПЛА с большой продолжительностью полета</p>
<p>Легкие БПЛА с малой дальностью полета</p>	<p>Высотные БПЛА с большой продолжительностью полета</p>
<p>Средние БПЛА</p>	<p>Боевые (ударные) БПЛА</p>
<p>Средние БПЛА с большой продолжительностью полета</p>	<p>БПЛА, оснащенные боевой частью (летательного действия)</p>

Квадрокоптерный тип, (малый класс) БВС



БВС «Autel 4Т»

Средства телеметрии, управления, передачи данных могут работать в следующих диапазонах 832-860, 904-926, 1880-1980, 2400-2185, 5150-5250 МГц. Необходимо отметить, что средства связи БВС "Autel 4Т" работают в режиме программируемой перестройки частоты (далее – ППРЧ)

Средства РЭБ



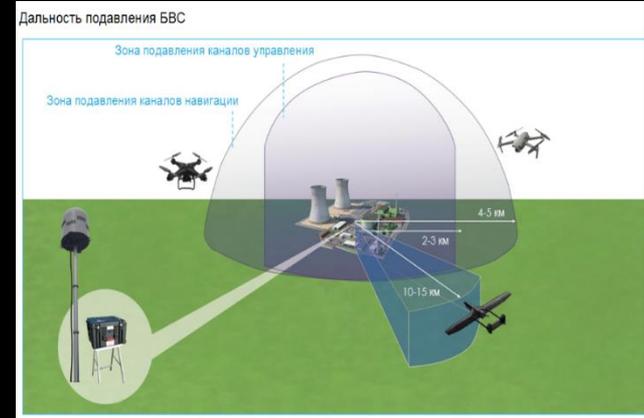
Антидроновые ружья

Подавление осуществляет в 4 - 5 частотных диапазонах, особо следует обратить внимание на интегральную мощность излучения таких ружей и время непрерывной работы генераторов на излучение



Мобильные комплексы

Несомненное достоинство мобильных комплексов - оперативность развертывания

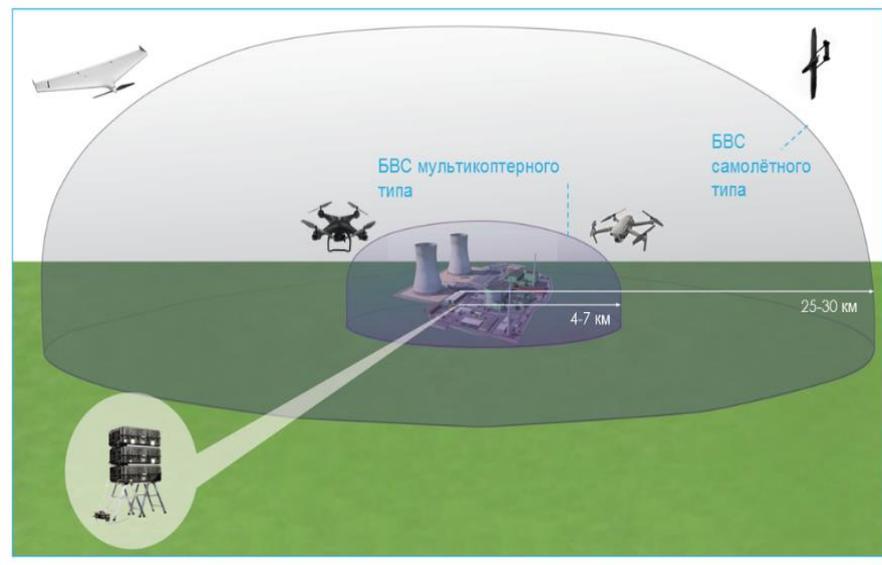


Стационарные комплексы

Наибольшую эффективность против БВС обеспечивают стационарные комплексы

РЭБ + РТР

Дальность обнаружения БВС



Дальность подавления БВС

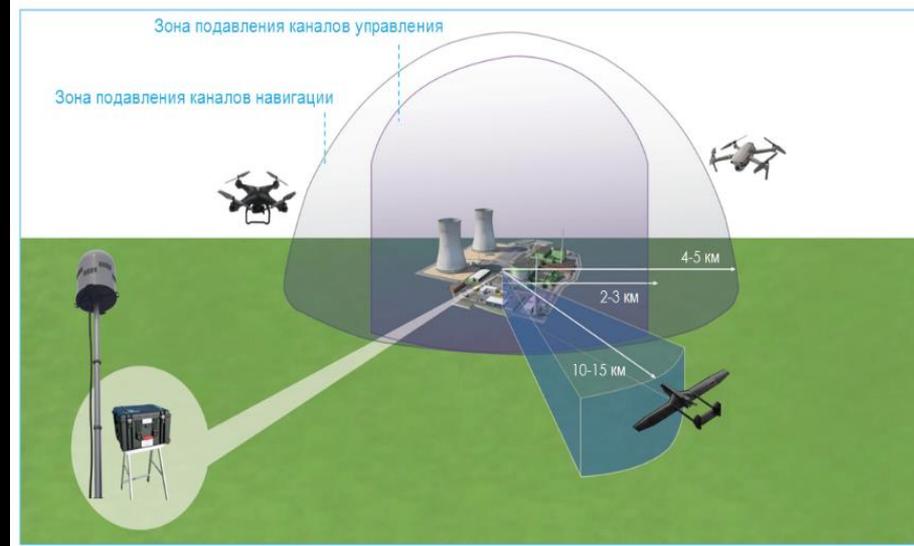


График затухания радиосигнала

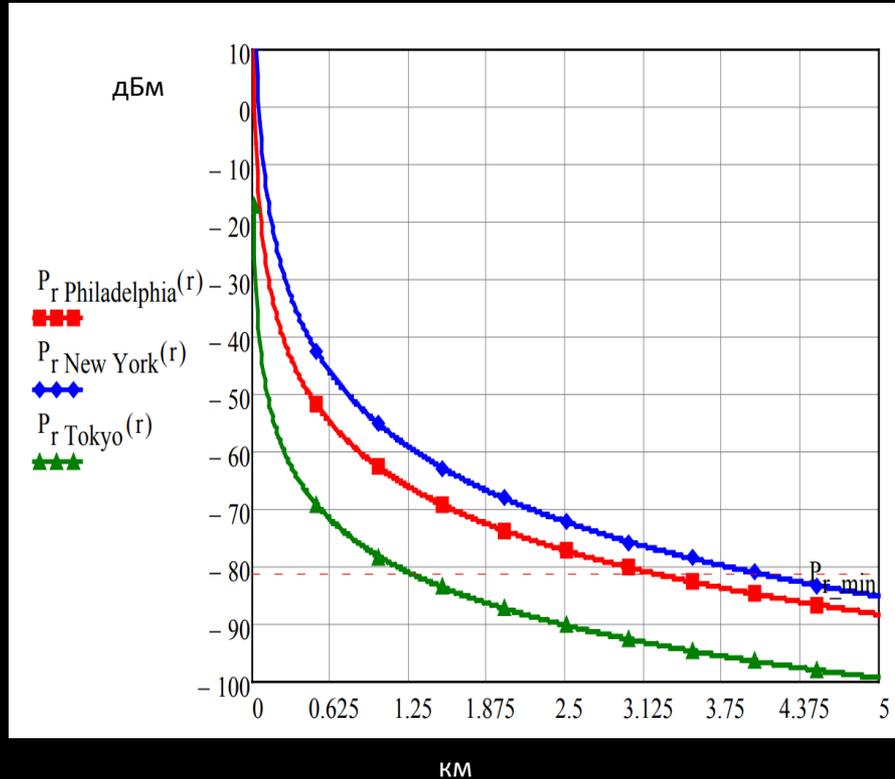
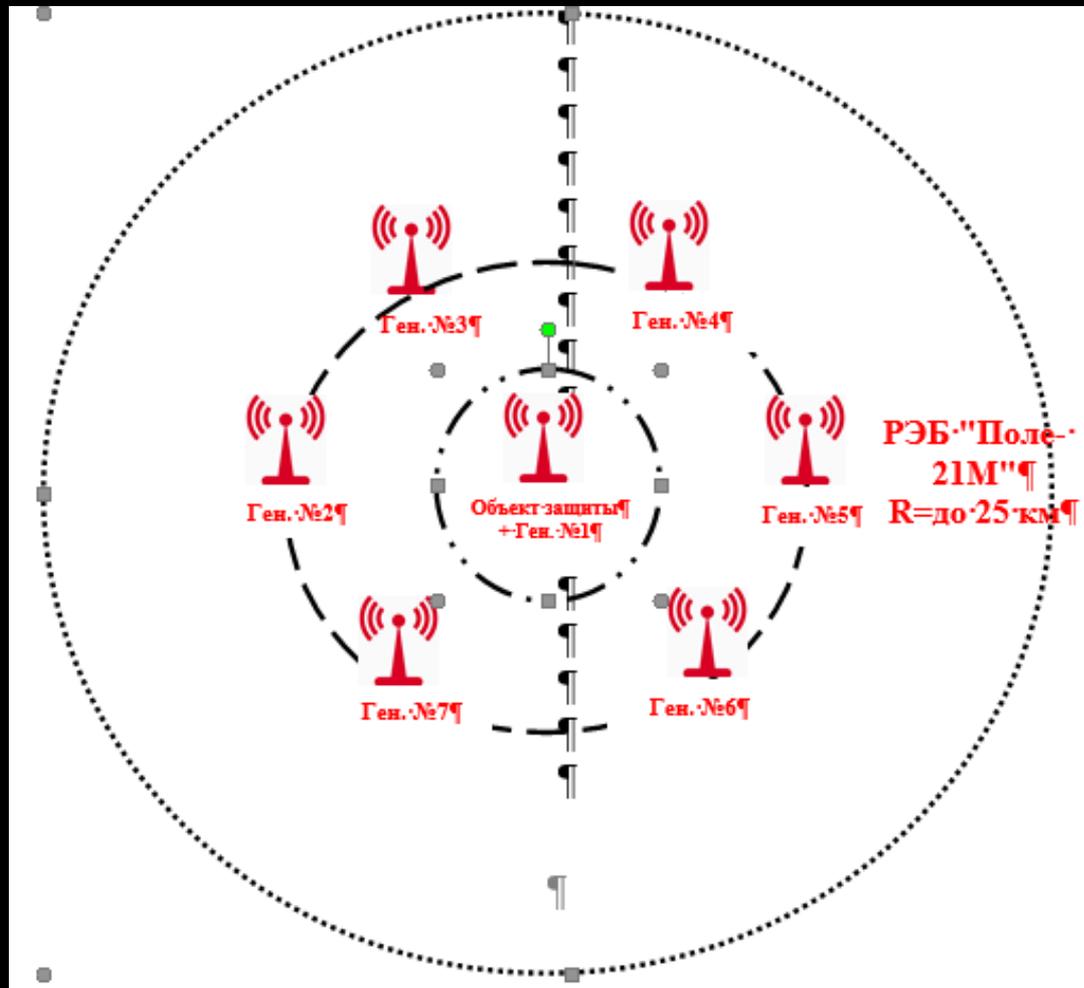


График затухания радиосигнала сигнала сотовых сетей в городах: Филадельфия, Нью-Йорк, Токио (обратите внимание на интенсивность затухания сигнала от расстояния)

Построение многорубежной охраны



Поражение электроники БВС мощным микроволновым излучением

В области Поражение электроники БВС мощным микроволновым излучением видится перспективным создание наводок длительностью 3-5 сек на электронные компоненты БВС, что приведет к программным и аппаратным сбоям его оборудования.

Другой подход - создания СВЧ импульсов длительностью 200-270 пс шириной 2-3 ГГц с напряженностью поля 1,4 кВ/м. (Такой импульс приводит к пробое радиоэлементов).

В другой работе указывается, что поражении средств радиосвязи БВС достигается СВЧ импульсами 0,5- 4,5 нс, мощностью 1 ГВт с частотой следования 1-100 Гц.

Несмотря на большую импульсную мощность, средняя мощность воздействия достаточно умеренная (около 500 Вт).

Механическая защита от БВС (антидроновые сети)

Механическая защита может быть:

Сплошной (закрывать полностью объект защиты)

Частичной (прикрывать наиболее важные элементы объекта: помещения с взрывчатыми и пожароопасными предметами, трансформаторные подстанции, ректификационные колонны, серверные с ПК управляющими технологическим процессами и т.д.)



Пример сплошной
защиты

Механическая защита от БВС (антидроновые сети)



Пример частичной защиты (только крыша), поскольку стены здания защищены близко-стоящими зданиями и защита входа в помещение.

Примеры выполнения антидроновых сетей и конструкций



Сетка на базе металлического троса



Жесткая конструкция

Общие требования к механическим устройствам защиты от БПЛА:

- Для развертывания необходимо максимально использовать существующие инженерные сооружения и конструкции;
- Используемая для противодействия БПЛА сетка/решетка должна иметь размер ячейки не более 35x35 мм (поскольку диаметр ВОГ-25 составляет 40 мм) при толщине прутка не менее 3 мм (необходимо обеспечить необходимую механическую прочность конструкции);
- Покрытие сетки/решетки должно обладать гидрофобными свойствами, не допускающим образования сосулек, или при проектировании необходимо проработать вариант с термическим обогревом сетки, (провод с термоэлектрическим сопротивлением).
- Используемые материалы должны иметь стойкое антикоррозионное покрытие;
- Необходимо обеспечить не менее 3 м расстояния между верхней точкой защищаемого объекта и противодроновой сеткой/решеткой.

Чем больше будет это расстояние, тем лучше. Давление во фронте ударной волны взрывного устройства от расстояния уменьшается по квадратичному закону, т.е. увеличение расстояние в 2 раза приведет к уменьшению давления в 4 раза.

Примечание. Длина кумулятивной струи гранаты к РПГ составляет 5-6 метров в воздушной среде, при этом диаметр пробитого отверстия не превышает 10-30 мм.

- Расчет конструктивного исполнения противодроновой защиты, несущих способностей стен и крыши зданий, возможность использования в конструкции защиты существующих конструктивных элементов здания, исполнение вариантов подогрева сетки/решетки, создание проекта, выпуск проектной и рабочей документации и т.д. должны осуществлять специализированные организации.

Для защиты от БПЛА самолетного типа или квадрокоптеров/мультикоптеров массой более 5 кг необходимо построение более мощной защиты в виде многорядной сетки/решетки и возведение дополнительных защитных стен с максимальным отнесением этих конструкций от защищаемого объекта.

Предлагаемая конструкция противодроновой защиты

1 ряд - сетка защитная улавливающая или маскировочная. Необходима для смягчения удара взрывателей сбрасываемых боеприпасов и маскировки оборудования систем охлаждения с воздуха.

Расстояние до второго ряда - 2 м.

2 ряд -сетка рабица 50x50x3 мм, развернутая на металлическом каркасе. Вторая сетка необходима для погашения значительной кинетической энергии БПЛА самолетного типа.

Расстояние до третьего ряда - 2 м.

3 ряд - сетка рабица 25x25x3 мм, развернутая на металлическом каркасе. Расстояние до защищаемого - 5 м. Данное расстояние необходимо для максимального разноса возможного взрыва.

Общее расстояние до объекта от первого ряда сетки - 9 м.

Требования к механической прочности конструкций

Исходные данные

Высота сброса (S) - 250 м;

Вес боеприпаса (m) - 0.6 кг (граната Ф1);

$g=9,8$ м/с.

Расчет.

Время полета гранаты $t=7,1$ сек.

Скорость гранаты $V= g \times t=9,8 \times 7,1= 70$ м/с.

Кинетическая энергия гранаты = $mv^2/2= (0,6 \times 70^2)/2 = 1470$ Дж

Проверяем через потенциальную энергию $mv^2/2= mgh = 0,6 \times 9,8 \times 250 = 1470$ Дж

Кинетическая энергия квадрокоптера «Mavic 3» при ударе в ограждение

Исходные данные

Масса – 0,9 кг

Скорость – 21,1 м/с

Кинетическая энергия= $mv^2/2 = (0,9 \times 21,1^2)/2 = 200,6$ Дж

Кинетическая энергия квадрокоптера «DJI Phantom 2» при ударе в ограждение

Исходные данные

Масса – 1,5 кг

Скорость – 15 м/с

Кинетическая энергия= $mv^2/2 = (1,5 \times 15^2)/2 = 168,8$ Дж

Кинетическая энергия «Предельного» мини БПЛА при ударе в ограждение

Исходные данные

Масса – 5 кг

Скорость – 100 км/ч (27,8 м/с) Кинетическая энергия= $mv^2/2 = (5 \times 27,8^2)/2 = 1\,929$ Дж (Энергия соизмерима с энергией пули выпущенной из АКМ).