



Противодействие

беспилотным системам

семинар в НИУ «МЭИ» 3 марта 2025 г.

Участники:

- 1) представитель АО «НПК «СПП»;
- 2) представитель СТКОМ;
- 3) представитель Фонда перспективных исследований;
- 4) представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы;
- 5) представитель ДОСААФ;
- 6) представитель НИУ «МЭИ»;

- 7) представитель НИУ «МЭИ»;
- 8) представитель НИУ «МЭИ»;
- 9) представитель НИУ «МЭИ»;
- 10) представитель НИУ «МЭИ».

Повестка:

Развитие БЛА-перехватчиков. Особенности конструкции, опыт применения.

Предложения по итогам:

1. Принять к сведению информацию материалов докладов.

Стенограмма семинара (1 час 30 минут)

Представитель НИУ «МЭИ»

Уважаемые коллеги, всех приветствую. У нас очередной семинар по противодействию беспилотным системам. Сегодня 3 марта, мы как всегда на площадке НИУ МЭИ. Семинар — это мероприятие открытое, для тех, кому есть что сказать на эту тему. Мы пользуемся только открытыми источниками, ничего закрытого, секретного здесь звучать не должно. Семинар записывается на аудио, затем расшифровывается в стенограмму и публикуется на портале МЭИ, и может быть использован для пересылки тем, кто в этом заинтересован.

Напоминаю, что базовой концепцией семинара является то, что мы здесь представляем три класса участников:

первый класс — это те, кто нуждаются в разработках, т.е. заказчики;

второй класс участников — это те, кто имеет компетенции для решения таких задач, которые ставят потребители, заказчики;

и третий класс участников семинара — это проводники к ресурсам, которые могут быть задействованы для осуществления и внедрения разработок. Поэтому, когда мы сейчас друг с другом познакомимся, часть участников друг друга знает, часть впервые участвует. Мы начинаем со знакомства, представляемся, как зовут, из какой организации, при желании можно должность указать. И важно указать, в какой роли вы выступаете на этом семинаре. На стенограмме потом имена и должности мы убираем, оставляем только организацию. И в таком виде публикуем. Начнем с меня.

Я представляю Институт радиотехники и электроники Московского энергетического института. Выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель НИУ «МЭИ»

Здравствуйте, я тоже являюсь представителем ..., выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель АО «НПК «СПП»

Здравствуйте, я, представляю АО «НПК «СПП», выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель СТКОМ

Я на данный момент представляю организацию СТКОМ, выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель НИУ «МЭИ»

Здравствуйте, я являюсь сотрудником кафедры НИУ «МЭИ» Выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель Фонда перспективных исследований

Доброе утро, я представляю Фонд перспективных исследований, фонд выступает в качестве заказчика.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Я, представляю Департамент региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы. Выступаю в качестве проводника к ресурсам.

Представитель НИУ «МЭИ»

Добрый день, я представляю МЭИ, выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель ДОСААФ

Я представляю ДОСААФ, выступаю в роли носителя компетенций и заказчика по отдельным вопросам.

Представитель НИУ «МЭИ»

Сегодняшний наш семинар посвящен вопросам самонаведения высокоскоростных БЛА-перехватчиков на цель, в роли которой выступает FPV-дрон или БЛА дальнего радиуса действия.

Представитель ДОСААФ

Я подготовил небольшой доклад, по теме: Развитие БЛА-перехватчиков, особенности конструкции и опыт применения. Все наверное видели наш перехватчик, похожий на ракету?

Представитель НИУ «МЭИ»

Нет, не все видели, на самом деле. Здесь же есть те, кто давно участвуют в наших семинарах, а есть коллеги, которые присутствуют впервые. Поэтому, наверное, желательно показать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Кстати, в двух словах. Почему эта тема вышла у нас на обсуждение на сегодняшний семинар. Проблема — в юридической составляющей вопроса. На сегодняшний день использование огнестрельного оружия и систем РЭБ для охраны тыловых инфраструктурных объектов силами ЧОП

подпадает под ряд ограничений. Поэтому актуален вопрос о том, как найти действенные средства противодействия беспилотникам, которые не подпадают под юридические ограничения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Для порядка в головах, напомним, что мы еще в 2024 году выработали некую рабочую модель угроз от беспилотных систем, где разделили их на два класса: ближнего действия (т. е. запускаемые диверсионными группами вблизи объектов) и дальнего действия, которые летят автономно, и РЭБ на них не действует. Как правило, БЛА дальнего действия, автономные, тяжелые, наносят много вреда, если попадут в цель. И, собственно, в этой модели угроз применение малых БЛА и БЛА дальнего действия разделено по объектам разного класса критичности. От сверх критичных до не критичных. Эта модель угроз висит на сайте, ее можно посмотреть. Рассуждения о противодействии беспилотным системам мы ведем через призму этой модели: не вообще о всем на свете, такого не бывает, а по определенным угрозам. Конкретно то, что мы сегодня будем обсуждать, родилось из рассмотрения и обсуждения противодействия беспилотным системам дальнего радиуса действия, которые атакуют объекты в тылу. Эти беспилотники движутся долгое время по нашей территории. В этот момент их можно обнаруживать и противодействовать, не доводя до того, чтобы они уже заходили на атаку по объекту, и работала объектовая ПВО. То есть сейчас мы обсуждаем один из элементов обороны против ударных беспилотников самолетного типа дальнего радиуса действия. Одним из возможных решений является применение высокоскоростных беспилотных летательных аппаратов-перехватчиков. Вот собственно об этом выступление нашего спикера.

Представитель ДОСААФ

Вы уже проговорили про целевую группу воздействия: кого мы будем догонять или на кого будет осуществляться кинетическое воздействие. Сейчас я продолжу мысль. После массового применения противником БПЛА типа «Бабы Яги», наши подразделения столкнулись с необходимостью разработки эффективных методов их уничтожения. Известен случай успешного поражения таких дронов с использованием коммерческих БПЛА, таких как Мавик. Однако эффективность данного подхода ограничена ночным характером применения таких дронов противником и высокой стоимостью спе-

циализированных дронов с тепловизорами. Например, у «Мавик 3Т», цена такая же, как и у «Бабы Яги». И какой смысл? Ну, не видим никакого смысла перехватывать Мавиками большие агродроны.

Однако инженерная мысль не стояла на месте. Технические ограничения, такие как невозможность установки огнестрельного оружия на разведывательные коптеры из-за их малого размера и веса привели к разработке альтернативных решений. Одним из наиболее распространенных методов стало применение сетей, которые сбрасываются на вражеские БПЛА и обездвиживают их винты. Устройства для сброса сеток, как у «самопального», так и промышленного производства, стали относительно доступны. Однако их применение сопряжено с определенными трудностями, такими как: рост веса, вызывающий уменьшение времени полета и снижение маневренности дрона-перехватчика.

Для успешной охоты на вражеские дроны важна не только техническая оснащенность, но и организационные моменты. Эффективность применения БПЛА-перехватчиков в основном зависит от заинтересованности командования, четкой координации действий между наблюдателями подразделений и оперативными расчетами, а также от наличия достаточного количества подготовленных операторов и техники. Самые несложные математические расчеты показывают. Дрон противника идет со скоростью 200 километров в час, наш БПЛА-перехватчик летит со скоростью 300 километров в час. Скорость сближения получается порядка 500 километров в час на встречных курсах и соответственно 100 км/час на догонных курсах. При скорости человеческой реакции от 0,15 секунды до 0,23 секунды, цель успевает сместиться почти на 21 м на встречном курсе и на 4 метра на догонном курсе. Даже при хорошей реакции, мы можем понять, что попасть точно в цель размером там метр на метр не получится.

Вообще, использование FPV-дронов в качестве перехватчиков имеет свои особенности. Во-первых, требует круглосуточное дежурство подготовленного расчета, оснащенного дронами с ночными камерами. Во-вторых, для успешного перехвата цели необходима хорошая связь с передовыми позициями и точное наведение операторов - перехватчиков с земли. То есть, мы можем допустить, что у нас стоит РЛС, и четкая корректировка расчета осуществляется самим расчетом, людьми, которые находятся в расчете. Это уже работает, у нас на аэродроме стоит такая система. Осталось только дооснастить эти подразделения скоростными реактивными БЛА-перехватчиками или электрическими БЛА-перехватчиками.

Про реактивные БЛА мысли тоже как бы есть, но это попозже, подальше я один мультик покажу, он вам очень понравится. Как, ограниченное время полета так и относительно низкое качество камеры БЛА-перехватчика представляют высокие требования к оперативности и подготовке дрона к вылету: зарядка аккумулятора, подготовка боеприпасов требует значительных временных затрат, что также необходимо учитывать при планировании операций по перехвату БПЛА.

Разберем ситуацию. То есть, приходит установка, что, допустим, сейчас из сектора, А в сектор Б будет передвигаться цель, которая представляет непосредственную угрозу. Пока расчёт собирается, пока они выставят дроны, пока поставят батарейки, пока подключат, и вот у них начинается режим ожидания. РЛС не всегда видит те угрозы, которые идут по статическим точкам. Не знаю, от чего это зависит. Возможно, от рельефа местности, возможно, какие-то радиопрозрачные материалы. Ни один беспилотник не попал еще мне в руки из тех, которые летели на Москву, сколько я ни просил, мне пока еще не дали. Может быть радиопрозрачный материал, может быть еще что-то, но остается проблемой то, что у нас камеры аналоговые, скорость реакции человека мы никак не изменим и подготовки к вылету птицы на боевом дежурстве тоже отнимает определенное время. К чему я это все веду? Была ситуация, когда дрон пролетел прямо над аэродромом Волосово. Так вот, пока расчет собирался, пока они выставили БЛА, взлетели, увидели только удаляющийся хвост. Ну догнать конечно они его не догнали потому, что у дронов скорость в районе 150 километров в час, а у ударного БЛА скорость 180–200 км/ч.

Нужно отметить, что противник также активно развивает тактику применения FPV-дронов для поражения наших БПЛА, что требует разработки и внедрения эффективных мер защиты. Одним из таких решений является установка широкоугольных камер в хвостовой части разведывательных дронов для своевременного обнаружения атакующих FPV-дронов и выполнения маневра уклонения. И в любом случае нам с этим придется бороться. В моменте оператору очень сложно будет при маневре уклонения как-то резко развернуть нашу ракету, потому что ракета у нас предназначена для быстрого перемещения, но она у нас не может активно маневрировать. Сейчас мы доработали первоначальную модель, и теперь маневренные возможности перехватчика должны возрасти.

Серая - это большая, это пятерка, эта будет семерка у нас.

Представитель НИУ «МЭИ»

Семерка, это дюймы?

Представитель ДОСААФ

Семь дюймов по пропеллеру, да. Будем ставить там с бешеным шагом винты. Вопрос в начальной скорости взлета, если с бешеным углом атаки стоят винты, чтобы она развивала расчетные 575 километров в час, то тогда у нас на низких оборотах тяги не будет.

При малом шаге винта, дрон на больших оборотах как бы упирается и дальше просто скорость не может расти. Мы сделаем с большим шагом винты, соответственно по расчетам вот примерно такая скорость у нас может быть. Дальше, проанализировав много наших и зарубежных ресурсов, а также имея научно-производственную базу, на которой в прошлом году было испытано около 2000 БПЛА за год. Мы можем дать четкие рекомендации к разработке системы противодействия. Итак, наша цель, в основном, - это средний мотор низколетящий самолет со скоростью около 180 км в час в режиме радиомолчания. Основную угрозу БПЛА представляет как средство ведения разведки и мониторинга, а также как средство наведения высокоточного оружия и тактической авиации. Особую опасность несут, так называемые, дроны-камикадзе, барражирующие боеприпасы.

Система противодействия БПЛА должна быть высоко эффективна в любых условиях. Способна оперативно разворачиваться. Быть простой в применении и обслуживании, готовой к многократному использованию, должна быстро возвращаться в состояние готовности к очередному применению. Методы противодействия могут быть контактными и бесконтактными. По бесконтактным методам мы обсуждали на наших предыдущих семинарах. Про контактные методы нам показывали зенитно-ракетные комплексы и зенитные установки.

Возможно использование птиц для перехвата БЛА. Сокол или ястреб способен сбить тактический БЛА. Но поскольку у нас техническая направленность семинаров, то, собственно, у нас из всех средств противодействия остается - только сети и противодроны, которые кинетически смогут воздействовать на летящие угрозы. Контактные методы предполагают физическое взаимодействие со сбиваемым БЛА. Дрон-перехватчик — это дрон, специально подготовленный для уничтожения и нейтрализации других дронов. Использование сетей для запутывания винтов и обездвиживания

БПЛА. Кинетическое оружие: применение снарядов, пуль, дротиков для поражения БПЛА. Но у зенитной установки, если я не ошибаюсь, коэффициент боевой эффективности: 0,21. И это совсем не результат.

Представитель НИУ «МЭИ»

0,23 — боевая эффективность ЗУ-2-23.

Представитель ДОСААФ

Понятно. Дальше обученные животные. Использование специально обученных птиц для перехвата, уничтожения БПЛА, довольно экзотический вариант, мне кажется. Птиц можно использовать в аэропортах для отпугивания ворон.

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, ворон на ближайшей помойке «шуганули», и все пролетающие БПЛА сбиты.

Представитель ДОСААФ

Бесконтактный метод не требует физического контакта и основан на взаимодействии дистанционных систем. Мы обо всем этом говорили, о лазерном воздействии, микроволновом, посредством РЭБ и т.д. Итак, исходя из представленной информации, готов предложить БПЛА-перехватчики. Есть три варианта. Три варианта перехватчиков, которые можно рассмотреть. Это мультиротор, БЛА самолетного типа. Мультироторные БЛА — это квадрокоптеры, гексокоптеры, октокоптеры. Мультироторная система обеспечивает маневренность, возможность вертикального взлета и посадки. Но обладают ограниченным временем полета и ограниченной полезной нагрузкой. Плюсы в том, что мультироторные БЛА мы легко можем автоматически заставить лететь на цель. БЛА самолетного типа тоже могут иметь систему автоматического управления, у самолета при классической схеме на крыле будет однозначно большая дальность и время полета, но требуется взлетно-посадочная площадка.

Гибридные схемы типа VTOL в сочетании с преимуществами обоих видов, что самолетного типа, что мультироторного типа. Но VTOL мы не разгоним до больших скоростей из-за того, что у нас на крыльях остаются мульт-

тироторные пропеллеры, которые будут постоянно мешаться. Если бы не было этих мультироторов, то возможно VTOL можно было бы рассматривать как систему противодействия. По двигательной установке у нас различаются электрические двигатели. И двигатели внутреннего сгорания. Можем поставить на БЛА ДВС — сразу больше мощность, время полета, но ДВС шумные. В принципе, по своей части я все рассказал, что хотел. Дальше мне хотелось бы, чтобы коллеги продолжили по системе наведения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Переключились. Как звучала задача для ребят, иначе мы очень размазываемся.

Представитель ДОСААФ

Машинное зрение и детекция объектов и трекинг цели.

Представитель НИУ «МЭИ»

Если я правильно помню, то она звучала так, что есть электрический коптер в формате квадрокоптера, он может лететь быстро. Цель в том, чтобы сделать ему автоматическую систему управления или самонаведения на тяжелый беспилотник в воздухе. Автоматическая система самонаведения, в том числе ее элементом является выделение цели на фоне неба или на фоне земли.

Представитель ДОСААФ

Вообще, на фоне неба. На фоне неба будет намного проще, если мы будем заходить с нижнего эшелона. Если сверху, конечно, мы будем пытаться различить беспилотник на фоне городских построек или лесного массива, это будет намного сложнее.

Представитель НИУ «МЭИ»

То есть, первоначальная задача, у ребят стояла, в первую очередь, по выявлению и идентификации цели в условиях ограниченных вычислительных возможностей бортового процессора с тем, чтобы потом от нее в случае успеха продвинуться до автоматического управления, правильно? Ну ладно. Будем слушать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я готов. Можно начинать?

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, пожалуйста, вот кликер есть, если хочешь.

Представитель НИУ «МЭИ»

Небольшое уточнение, в поставленной задаче нужно было выполнить наведение на цель на последнем этапе. То есть, не с земли, со старта перехватчика, а с момента, когда его оптическая система распознает цель.

Представитель НИУ «МЭИ»

А что такое последний этап? Это можно определить поточнее?

Представитель НИУ «МЭИ»

Процесс наведения дрона на цель можно разделить на два основных этапа. Первый — это вывод перехватчика с использованием радара в предполагаемую точку встречи, где будет проведен захват цели оптической системой наведения. С этого момента начинается второй этап — автономное наведение перехватчика на цель с использованием его оптической системы.

Представитель ДОСААФ

Помимо локатора, мы рассматривали еще возможность использования акустической методики наведения на цель. Поставить микрофоны на определенные точки и по их сигналам ориентировать дрон-перехватчик на первом этапе.

Представитель НИУ «МЭИ»

С помощью микрофонов вы вряд ли точно наведете перехватчик на цели, особенно при массовом налете. Но идея оригинальная и, возможно, заслуживает рассмотрения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Сбоку включи кликер, там должно быть зеленое поле. Теперь он работает.

Представитель НИУ «МЭИ»

Добрый день! Рад всех приветствовать! Я представляю коллектив, который организует решение задачи по разработке системы самонаведения беспилотника. Сегодня со мной коллеги. И теперь непосредственно к теме доклада.

Актуальность темы противодействия БПЛА сейчас даже не обсуждается, это очень востребованная отрасль, и в идеале мы бы хотели, чтобы перехватчик БПЛА работал полностью автономно, чтобы автоматически детектировал, автоматически взлетал. В реальности такой подход требует решения целого комплекса задач, и это на данный момент довольно затруднительно.

В то же время на данном этапе операторы, в силу своего опыта, в силу того, что они обучены, могут эти задачи перекрыть, и можно делать пока неполную автоматизацию. Значение технического зрения сейчас по аналогии с человеком. Можно сказать, что как мы с вами получаем большую часть информации об окружающем мире с использованием зрения, такое же значение имеет техническое зрение для дрона.

Это огромный поток информации, который мы не можем не использовать, поэтому нужно делать уклон именно на это. И, это уже стало нормой, что у нас современные беспилотники сейчас оснащены одной, а то и несколькими камерами.

Как мы планируем решать поставленную задачу. На борту беспилотника должна быть камера с полетным процессором и программным алгоритмом с обученной нейросетью, которая будет способна распознавать беспилотник на различном фоне, и мы будем получать его локальные координаты в пикселях, где сейчас цель находится относительно центра матрицы.

Далее нам остается выяснить расхождение по вертикали и горизонтали, насколько мы сейчас промахиваемся относительно центра цели, центром матрицы камеры. Если ось камеры и направление полета дронов сонаправлено, соответственно, нам нужно выровняться, и тогда без проблем мы можем поразить цель.

Для решения такой задачи мы планируем использовать одноплатный компьютер, на котором есть свой процессор, который можно подключить

к камере. Плюсами такого подхода можно обозначить, что это низкая цена. Такой одноплатный компьютер стоит всего несколько тысяч рублей. Из-за того, что он оснащен своим процессором, он не будет нагружать основной процессор. Он может выполнять, только какие-то свои задачи. И все это можно обрабатывать в реальном времени. Уже сейчас есть случаи запуска YOLA на одноплатном компьютере.

Представитель НИУ «МЭИ»

Что такое YOLA? Просто вот 5 минут общего вступления можно было выкинуть. А вот что такое YOLA никто не знает.

Представитель НИУ «МЭИ»

Об этом я могу рассказать, у меня эта часть выступления запланирована.

Представитель НИУ «МЭИ»

Коротко говоря, а мой товарищ потом дополнит. YOLA — это инструмент, это, по сути, нейросеть, платформа, которую можно обучить по данным сети распознавать объекты на всех платформах. Значит, суммируя то, что выше сказано, можно разделить задачу на два больших блока. Это задачи, которые решаются оператором, и задачи, которые решает автопилот. Оператор фиксирует, что появилась цель, он делает это либо зрительным контактом, либо, с наземной станцией. Запускает дрон, подлетает к цели и фиксирует то, что цель находится в камере. Далее, одноплатный компьютер в реальном времени отслеживает, что цель захвачена, мы имеем локальные координаты по камере, можем переводить дрон в автономный режим. После этого дрон переходит уже в автономное управление и до момента контакта с целью будет корректировать свое движение самостоятельно. Чтобы отработать такой сценарий, мы не можем его отрабатывать на реальном железе. Это, во-первых, очень дорого, во-вторых, это неконтролируемо и не безопасно.

Поэтому мы с коллегами поставили перед собой задачу разработать инструмент, который будет нам позволять прорабатывать различные сценарии на беспилотниках или на других каких-то роботах. И первое, что нам нужно сделать, это сделать модель окружающей среды. В этом может помочь инструмент под названием Gazebo. Это такая платформа, чтобы создавать какие-то модели.

Причем там есть разные вещи, можно сложную динамику, физику моделировать, движение, столкновение и т.д. Можно загружать уже готовые библиотеки, объекты разных форматов, он это все «кушает», и по итогу мы можем настраивать текстуры, можем настраивать погодные условия. Можно даже играть со светом, есть и такой инструмент, на котором можно это все будет воспроизводить. И второй инструмент — это AdoPilot, это то, что сейчас широко используется. Это автопилот, который позволяет управлять дроном. Он с открытым кодом, его можно модернизировать, его можно изменять, сделать лучше. И вот мы как раз таки хотим, вместо стандартного воздействия с контроллера, с пульта, который подает оператор, мы хотим в ArduPilot подавать два параметра по отклонению, по горизонтали и вертикали, которые нам контроллер дает. В итоге весь этот симулятор будет состоять из основных блоков. Это, как уже говорилось, виртуальная модель динамики полета, и физическая модель управлением полета дроном, которая будет построена на Gazebo. И функционал этого полета — это ArduPilot. Соответственно, Gazebo нам сообщает в ArduPilot о состоянии, положении, скорости беспилотника.

ArduPilot выдает воздействие на беспилотник и говорит Gazebo, как изменить его положение. Все это через графический интерфейс выводится на экран разработчику. И, по сути, отладчик, который сидит рядом, может изменить параметры. И смотреть, как изменяется от этого поведение беспилотника и поведение окружающей среды. А станцию наземного управления, мы, заменяем двумя сигналами управления, которые нам приходят с одноплатного компьютера.

Из того, что мы сейчас уже сделали. У нас получилось такую модель запустить. У нас, вот один товарищ этим занимается, он на Ubuntu запустил Gazebo, запустил AtomPilot внутри симулятора, и на левой картинке это вывод из Gazebo окружающей среды, и внутри неё есть беспилотник.

В консоли разработчика здесь можно какие-то данные, параметры выводить, которые нам необходимы, И снизу это уже выход с камеры. Она там пока просто висит, мы ее еще не настроили, но уже можно выводить изображение с нее. Значит, следующий наш шаг — это научиться работать с AgriPilot так, чтобы мы могли свои входные данные подавать, чтобы он, в свою очередь, уже на моторы подавал нужное воздействие.

Как только мы это сможем сделать, мы в Gazebo делаем просто центральную точку, считаем углы, на сколько дрон отклоняется и пытаемся отрабо-

тать сценарий, когда дрон следит за двигающейся точкой. Подытожим, какие задачи мы решаем.

Это отработка алгоритма автономного управления на симуляторе, обучение нейросети по какому-то нашему датасету, проверка этой нейросети, как она работает, как она справляется с задачей, определяем требования, какой нам нужен процессор, насколько он справляется с задачей, сколько кадров подает, и требования к камере: какое разрешение нам нужно и какая частота.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я понимаю, что с помощью симулятора вы проведете отладку программного обеспечения?

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, мы этим и занимаемся, он нам позволит потом интегрировать эту систему в реальную железяку.

Представитель НИУ «МЭИ»

Предлагаете снизить материальные издержки, проверить эффективность программного обеспечения. В основу управления наведением положено определение углов, правильно?

Представитель НИУ «МЭИ»

Скорее положение на видео изображения дрона относительно центра матрицы камеры в пикселях.

Представитель НИУ «МЭИ»

То есть вы считаете пиксели, не угол? А угловую величину объекта относительно центра матрицы? Но оно зависит от расстояния до цели.

Представитель НИУ «МЭИ»

Можно привести угол.

Представитель НИУ «МЭИ»

Но это нужно будет калибровать камеру, посмотреть режимы камеры.

Представитель НИУ «МЭИ»

То есть, в принципе, вам в этом случае дальность, по сути дела, не требуется? При наведении, я понимаю, вы пытаетесь регулировать сразу две переменные, в том числе и скорость дрона. Это сложно. Почему вы работаете не с одной переменной, а сразу с двумя? Это загружает вычислительные мощности. А если использовать только одну переменную, а скорость использовать только максимальную?

Представитель НИУ «МЭИ»

Вопрос в том, что внутри ADO-пайлота, который сейчас активно используется, у него установлен расширенный фильтр камеры. То есть у него есть условно-исполняющийся режим, когда поступает информация, он ее постепенно фильтрует, дисперсия устанавливается. Он говорит, что сейчас мы захватили цель, мы наблюдаем за параметрами. Соответственно, когда оператор увидел цель в камере, она уже не в центре. Он переключил работу в автопилот, и фильтр в начальный момент времени говорит, что объект сейчас далеко от центра камеры. В таком случае повышать скорость перехватчика не имеет смысла, потому что мы еще не навелись. Можно оставить скорость такой, какая она есть, и решать задачу по наведению в рамку.

Представитель НИУ «МЭИ»

Чем выше скорость, тем капризнее управление, наводиться по-грубому удобнее на более низкой скорости.

Представитель НИУ «МЭИ»

Понятно, начальный этап наведения у вас — это захват цели, вывод ее в центр цели. Я все-таки считаю, что задача наведения — это задача построения вектора предполагаемого движения цели. И решение задачи построения вектора от конца вектора движения цели к центру матрицы. При этом обязательно должно учитываться время или точнее скорость изменения векторов.

Представитель НИУ «МЭИ»

А потом дрон либо на небольшой скорости подлетает к целевому объекту, либо зависая в воздухе ждет ее пролетающей над собой. И в этот момент он доруливает, и когда он её совместил с центром камеры, он начинает ускоряться.

Представитель НИУ «МЭИ»

А самостоятельно захватить цель в любом произвольном поле камеры он не может? Нужен оператор?

Представитель НИУ «МЭИ»

Нет.

Представитель НИУ «МЭИ»

Почему?

Представитель НИУ «МЭИ»

Есть возможность, но если он будет смотреть сверху вниз, я сейчас покажу видео, как у меня происходила детекция. Он может её находить на фоне поля, на фоне леса, но там есть много ложных срабатываний. Конечно, можно отфильтровать, но если мы хотим надежную систему, лучше, конечно, тактику другую применять.

Представитель НИУ «МЭИ»

Атака снизу вверх, предполагает бороться с силой тяжести, да? У вас должен быть хороший запас по мощности.

Представитель НИУ «МЭИ»

Зависать дрон умеет.

Представитель НИУ «МЭИ»

Маршевая скорость ударного беспилотника примерно 180 км/ч, перед заходом на атаку объекта он возможно разгонится километров до 250 в час. И тут мы его снизу борясь с силой гравитации будем бить из нижней полушеры. Да еще прицеливание с минимальной скорости или зависания. Смо-

жем ли мы его догнать. А если противник будет использовать элементарные дымы? Вот он засекает наш перехватчик задней камерой, да, и производит отстрел дымовой гранатой, и мы получаем облако закрывающее обзор, потеряли мы его в поле камеры, как в этом случае работает автоматика?

Представитель НИУ «МЭИ»

Следующая тема докторской диссертации, сейчас задача так не стояла.

Представитель НИУ «МЭИ»

Нет, сейчас задача стояла о селекции по объектам... А на любое средство можно придумывать противодействие, и тогда как бы ничего делать и не надо.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я просто хотел сказать, что при разработке алгоритма наведения, нужно предусмотреть возможность его модернизации на вероятное противодействие противника, а очевидные действия желательно учесть сразу, иначе эта система наведения не будет иметь практического значения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Ничего подобного. Сейчас дополнительные алгоритмы вредны, потому что если сейчас утяжелить разработку, то она затянется на долгое время. Надо сначала сделать без дымов. Появятся дымы, нужно бороться с дымами.

Представитель НИУ «МЭИ»

Но если эта базовая система самонаведения не будет предполагать возможность улучшения в дальнейшем, то это будет не эффективная система.

Представитель НИУ «МЭИ»

Кто сказал, что она не предполагает? Сразу надо закладывать возможность улучшения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Причем это не очень сложно.

Представитель НИУ «МЭИ»

Как предположение поставить тепловизионную камеру.

Представитель НИУ «МЭИ»

Есть дымы такие, которые не пропускают тепловое и радиолокационное излучение, он всё равно начнёт фантазировать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Перехватчик, через какое-то время этот дым пройдет, но нужно будет, чтобы он сумел захватить цель снова.

Представитель НИУ «МЭИ»

В настоящий момент, никаких дымов в задаче не предусмотрено.

Представитель НИУ «МЭИ»

Вот этот перехватчик, он разовый или это многоразовая вещь?

Представитель НИУ «МЭИ»

Технически при контакте он сломается. В силу того, что он без взрывчатки, если он не врезался в цель, он может быть посажен.

Представитель НИУ «МЭИ»

Если снабдить перехватчик каким-то устройством для тарана, чем-то, чем он может вывести из строя винты, а потом переводить его в режим безопасного спуска. После успешной атаки он автоматически выпускал бы парашют и безопасно спускался на землю. Это позволило бы экономить на стоимости перехватчиков, сделав их многоразовыми.

Представитель НИУ «МЭИ»

Скорее всего нет, перехватчик довольно дешев. То есть больше будет хлопот с его восстановлением, чем сделать новый.

Представитель НИУ «МЭИ»

Восстанавливать после спуска на парашюте то?

Представитель НИУ «МЭИ»

Хлопот будет больше, чем сделать новый. Сколько стоит рабочее время поисковика, который в лесу его будет искать?

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Тяжелей с парашютом и так далее.

Представитель НИУ «МЭИ»

Цена электроники 10–20 тысяч рублей. Вот их ходить по лесу собирать будут.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Как некоторые правильно говорят, что практически любое летящее наверху, снизу смотрится гораздо лучше. Если сделать, как вы сказали, скорость захвата, а потом резко увеличивать скорость, то может и дым не сработает еще.

Представитель НИУ «МЭИ»

Опять же, если они начнут ставить защиту такую сложную, это сильно удорожит сам по себе нападающий беспилотник. Он станет более дорогим, более сложным. И возникнет необходимость его спасать после применения, да?

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Все дальние беспилотники, они же на ДВСе, то есть они тепловой след оставляют. То есть грубо говоря, к машинному зрению возникает вопрос, что отработанная система по тепловизионной камере видимо эффективнее будет, чем оптическая.

Представитель НИУ «МЭИ»

Так, ну ладно, что-то еще, ребята, будете показывать?

Представитель АО «НПК «СПП»

Вопрос товарищу задать можно? Хорошо. Ударные беспилотники прилетают, как правило, ночью. Для вас ночь, день, сумерки и так далее, на ваши алгоритмы это как-то влияет?

Представитель НИУ «МЭИ»

Влияет, но здесь всё упирается в то, насколько хорошие исходные данные мы подберем для обучения нейронной сети, если там будет большой набор соответствующих изображений в ночное время, то она будет обучена использованию в ночное время.

Представитель АО «НПК «СПП»

Действительно, как правило, они идут от двух до пяти утра. Ночь бывает разная, бывают разные вещи. Естественно, никаких нейронных сонных огней нет. Поэтому вопрос, когда вам кто-то дал некий исходный квадрат, вы туда пришли. Там кругом темнота, что-то там летит, понятно, что его бело-цветным, ярко контрастирующим никто не красит. Это, как в самолётах Второй мировой войны: снизу все красились в голубой цвет, сверху все в зелёный. Стандартная раскраска. В данном случае вот, что увидит камера на черном небе черный самолет?

Представитель НИУ «МЭИ»

В темное время суток на дронах будут установлены уже тепловизионные камеры и по этому изображению будет происходить детекция. Для нейросети которую мы сейчас для него используем не важно, это цветное изображение или тепловизионное. Мы обучим на то изображение, которое будет на этом перехватчике.

Представитель АО «НПК «СПП»

Минутку, давайте вернемся все-таки к той камере, которая будет установлена на БЛА-перехватчике. Поле зрения этой камеры сколько? 60–90 градусов, широкоугольная камера? Дальность обнаружения цели типа легких самолетов на каком расстоянии вы можете это обнаружить? На каком расстоянии вы сможете идентифицировать цель, и сколько пикселей будет эта цель занимать на матрице камеры? Что увидит оператор на земле? Вот я дилетант, и я вижу что-то. Вопрос, что я увижу? Допустим, днём. Допустим, снизу вверх. Начнем с того: я, как оператор, дальше какое-то решение должен принять.

Представитель НИУ «МЭИ»

Вопрос, что я увижу, — это вопрос, на который сегодня ответить сложно. Я не могу сегодня сказать, на каком расстоянии мы сможем точно селекционировать цель, потому, что мы таких тестов еще не проводили. На этом этапе мы хотим научиться управлять. А потом уже или параллельно запустить обучение и подбирать возможности оптической системы.

Представитель АО «НПК «СПП»

Сейчас вы говорите о втором этапе наведения. Когда дрон самостоятельно наводится на цель, а человек в это уже не вмешивается. Хорошо. Вопрос, что камера для вашего одноплатного компьютера будет выдавать, какой вид изображения цели будет попадать в компьютер?

Представитель НИУ «МЭИ»

Мы исходим из того, что задача оптического наведения оператором через видеоканал уже решена, но дальше не хватает мастерства и скорости реакции оператора, а также слишком мешают задержки обработки видео, передача сигналов для управления этим дроном на высокой скорости. Задача подбора камеры, оптической системы на этом этапе перед нами не стоит. Пусть на камере будет мутное пятно размером там 1, 2, 3, 4, 5 пикселей. И совершенно невозможно его идентифицировать, но это мы оставим на откуп оператору, который сейчас уже эту задачу решает. Для нас эта задача сегодня не актуальна. Для нас сегодня стоит задача, что когда оператор обнаруживает через оптический канал то, что он считает целью и дальше

принимает решение эту цель поразить. То наша система в автоматическом режиме позволяет ему навести перехватчик на эту мутную точку.

Представитель АО «НПК «СПП»

Понятно, но тогда вопрос не к ребятам. Ребята решают задачу по наведению перехватчика на точку.

Представитель НИУ «МЭИ»

Согласен, ударный беспилотник — большой, бить его в бок бесполезно, желательно попасть в руль. Эта задача пока не решалась, действительно.

Представитель АО «НПК «СПП»

Таким образом, мы сейчас просто решаем «чисто теоретически» наведение точки на центр матрицы камеры.

Представитель НИУ «МЭИ»

Почему «чисто теоретически»? Я считаю, что несколько таких «кирпичей», попавших в этот беспилотник, лучше, чем ничего. И с некоторой вероятностью его обездвижат.

*Представитель Департамента региональной безопасности
и противодействия коррупции города Москвы*

Завершить доработку всех нюансов можно будет после того, как ребятами будут разработаны основные алгоритмы наведения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Сначала нам нужно научиться наводить перехватчик просто на цель, а потом можно будет учиться выбирать наиболее уязвимое для попадания место на цели.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я хотел бы сейчас рассказать о Нейросети, с помощью которой мы планируем обучать и тестировать этот перехватчик. Это открытая архитектура, в 2016 году она появилась на свет и сейчас существует уже двенадцатая версия этой нейросети. Она является по сути фундаментальной моделью, которую можно использовать для классификации и трекинга объектов на видео в реальном времени. Особенностью является открытый исходный код, поддержка огромного списка устройств. То есть мы можем ее запускать практически на любом процессоре, нужно только скомпилировать эту программу для этого процессора, скорость работы, простое обучение моделей. Есть хорошие сервисы, открытые, в которых происходит разметка. Это фотография, которую прислал коллега. Фотография, на ней человек, который выделяет этот объект рамочкой, и далее из этих фотографий создается набор данных для обучения. Выделяется то, что для тренировки, то, что для валидации, то, что для теста. И далее запускается на компьютере с графическим ускорителем на видеокарте.

Представитель НИУ «МЭИ»

Но это режим обучения, эксплуатация не требует видеокарты, правильно?

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, эксплуатация может запускаться на разных процессорах и без видеокарты. В том числе запуск проверки обучения происходит после обучения. Это графики потерь, то как хорошо обучилась данная нейросеть, по ним можно корректировать данные для обучения, фотографии в разных цветовых режимах, режимах резкости, поворота и так далее. И после обучения можно запустить детекцию на видео, это пока запускалось на ноутбуке, но это будет запускаться дальше на перехватчике. Там показано примерно 100 FPS работает сейчас на ноутбуке соответственно. На более мелком компьютере это будет меньше.

Представитель НИУ «МЭИ»

А на сколько? Вы делали оценку?

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, оценки примерно 40 FPS.

Представитель НИУ «МЭИ»

Это на каком компьютере?

Представитель НИУ «МЭИ»

Это на рабочем с нейропроцессором, обычная сеть не выдаст такую скорость, это нейропроцессор именно для нейросети. Оно специально корректируется в другом формате. Но это изображение 640 на 480, оно не очень точное, возможно придется использовать какой-то другой более мощный процессор или сборку из нескольких, чтобы обеспечить более высокое быстродействие.

Представитель НИУ «МЭИ»

О какой цене может идти речь при таком размере бортового компьютера?

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну, цена одного бортового компьютера сейчас полторы тысячи рублей. Если собирать что-то больше...

Представитель НИУ «МЭИ»

Размеры у него какие?

Представитель НИУ «МЭИ»

У этого компьютера размеры два сантиметра на пять.

Представитель НИУ «МЭИ»

На три.

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, два на три, 11 грамм.

Представитель НИУ «МЭИ»

То есть, если взять 4 таких процессора, то можно получить изображение с частотой примерно 40 кадров на 4 экрана 640 на 480. То есть уже приближаемся к HD, да?

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, мы можем распределить поток на данном уровне. И я хотел показать видео.

Представитель НИУ «МЭИ»

С кликера удобней.

Представитель НИУ «МЭИ»

Даже на фоне поля он еле различает объект. Понятно, проскакивают ложные срабатывания, но это все нужно фильтровать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Да. Сейчас просто тренировочный материал для нашей нейросети. В целом, все. И вот фотография этого микрокомпьютера, на котором планируется запускать перехватчик. То есть он вот такого размера, если верить. Вот, в целом, все.

Представитель НИУ «МЭИ»

Понятно. Коллеги, есть что сказать еще? У меня вопросы к симулятору. Вот на симуляторе, я видел, вы летали на таком словно классическом квадрокоптере, который летает, но винты в одной плоскости. Летает с большим тангажом отрицательным. Здесь речь идет о летательном аппарате, у которого другая аэродинамика. Есть тоже 4 винта, х-образное оперение, и летит он, уже не плоско а вертикально. А насколько это в симуляторе сейчас отрабатывается?

Представитель НИУ «МЭИ»

Модели у нас такой нету, ее можно создать, но вопрос будет только, сможем ли мы повторить ее физику? Мы пока не пытались эту модель сэмулировать.

Представитель НИУ «МЭИ»

А имеющийся квадрик поставить перпендикулярно и полетать, пробовали?

Представитель НИУ «МЭИ»

Мне кажется это можно сделать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Эту модель квадрика вы можете где-то достать? Его 3D модель, габариты вместе с массами деталей?

Представитель НИУ «МЭИ»

Он же у вас есть сейчас, квадрик обычный, вы на нем можете с тангажом 90 градусов лететь? Это будет другая модель, здесь все-таки будет подъемная сила крыла.

Представитель НИУ «МЭИ»

Здесь еще крыло, которое обладает определенной подъемной силой. Он будет лететь в большей степени как самолет.

Представитель НИУ «МЭИ»

Тогда надо искать тех, кто может доработать эту модель с Х-образным оперением.

Представитель НИУ «МЭИ»

Мне кажется, можно попробовать в данной конфигурации пока, потому что этот симулятор позволяет это сделать. Там модель дрона, которая сейчас загружена, может лететь с тангажом 90 градусов. Просто потом какие-то корректировки надо будет вводить после реальных испытаний.

Представитель НИУ «МЭИ»

Мы хотим просто алгоритм слежения и донаведения на цель пока опробовать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Здесь звучало дальше. Есть ли понимание на легкомоторном самолете - цели, в какое место надо ему попадать?

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Не по тепловой цели, а по уровню и высоте.

Представитель НИУ «МЭИ»

Какой тепловой след, он от двигателя в основном. А удар по двигателю вот этой штуки, он какой-нибудь вред ему принесет вообще?

Представитель ДОСААФ

По винту — да, принесет.

Представитель НИУ «МЭИ»

А это предположение или это утверждение?

Представитель НИУ «МЭИ»

Это предположение. При размахе крыльев 3–5 метров, удар этого маленького дрона по винту, возможно бы вывел винт из строя. Попадание в корпус. Я думаю, что кинетической энергии будет недостаточно.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

То есть скорость для поражения должна быть гораздо выше на последнем этапе?

Представитель АО «НПК «СПП»

Ну, да. Просто удар в корпус, скорее всего, не приведет к уничтожению большого ударного БЛА.

*Представитель Департамента региональной безопасности
и противодействия коррупции города Москвы*

Нужно попасть в корпус для того, чтобы двигатель у него вышел из строя, ну и он рухнул.

Представитель АО «НПК «СПП»

Ну, двигатель, он разрушит, БЛА спланирует.

*Представитель Департамента региональной безопасности
и противодействия коррупции города Москвы*

Если самолет летит, он по инерции дальше еще километра полтора-два пройдет спокойно.

Представитель НИУ «МЭИ»

Мы его отлавливаем километров за сто до цели.

*Представитель Департамента региональной безопасности
и противодействия коррупции города Москвы*

Если его зацепили на той зоне, которую мы считаем безопасной для жителей внизу, то это, слава богу, нормальный вариант. Пусть он планирует. Главное, чтобы он не мог летать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Вопрос к знатокам. Что чувствительнее к повреждению? Условно хвостовое оперение или крылья?

Представитель АО «НПК «СПП»

Вы ставите задачу на уничтожение цели. А то, что вы говорите, это уже способ достижения цели.

Представитель НИУ «МЭИ»

Куда бить то?

Можно я выступлю с краткой речью? Сейчас так получилось, что я перешел в роль проводника, то есть я пытаюсь организовать из имеющихся в стране наработок решения для законченных целевых задач. Мы рассматриваем как угрозу стандартный ударный украинский беспилотник, который работает по нашим тыловым объектам. Таких типовых беспилотников достаточно много. У противника созданы несколько моделей. В частности, одна из основных, так называемая «Летучая лисица» А-22, на данный момент выпустили тысячу таких самолетов. Причем до СВО, они у нас использовались частниками, на них летали, это двухместный хороший самолет. Потом пилотов с него убрали, на него поставили соответствующую авионику. Они начинали с дальности 500 километров, а сейчас уже заявлено, официально довели до 2000 км. То есть мы уже до Урала имеем проблему. Повышают и бомбовую нагрузку. Если раньше это была просто взрывчатка, адаптивная, потом год назад появились сотки. Значит, на сегодняшний день, на январь - февраль, начал применять 250-килограммовые бомбы. Это очень большая бомба. И поэтому вопрос заключается в том, что когда вы уничтожаете цель с такой бомбой, вы допускаете, что там такая бомба может быть. Это 100 или 60 килограмм взрывчатки. Вы должны гарантированно эту цель свалить. То есть не ждать, когда она там куда-то спланирует, и так далее. Вы должны свалить желательно без детонации этой бомбы. Чтобы она упала, но не взорвалась. Это отдельный вопрос. Второй вопрос заключается в том, где вы собираетесь поразить эту цель. Если, допустим, мы посмотрим Подмосковье, это у нас: то СНТ, то деревни. И когда на голову кому-то что-то попадет, понятно, это неминуемые жертвы. Поэтому желательно валить где-то в Тверских лесах, где плотность населения ниже. Теперь вопрос, как уничтожить такую цель. Цель достаточно большая. Стеклопластик, прессованное дерево, есть прессованные картон, двигатель стандартный, это Rotax 912. Когда мы говорим о машинном зрении, товарищи правильно говорят, что дрон попадет в точку: в оперение, в шасси, в мотор, в остекление. Мы не знаем.

А отсюда, что такое уничтожение? Это прямое столкновение маленького дрона, идущего с определенной скоростью, с этим большим самолетом. При этом гарантии его уничтожения просто нет. В зенитных ракетах есть специальные боевые части, там их всю жизнь развивают, начиная с 1945 года. И там возникают только две проблемы. Первая это когда ее подорвать, на каком удалении от цели. И второе, это, собственно, что

такое боевая часть, там осколочная, фугасная. Опыт показывает, что иногда, ну, на фронте, в том числе в СВО, что иногда ракеты попадают в самолеты, в вертолеты, но, тем не менее, они приземляются. Пробитая, да, полугорящая, пол еще чего-то, но не сбивается. Поэтому один из вопросов — это вопрос, как уничтожить цель. Вот с этого все начинается. Отсюда начинается вопрос, в первую очередь, — боеприпасы. То есть, что этот дрон должен на себе тащить? То ли гранату, то ли выстрел от АГС-7, то ли своей массой куда-то ударить с высокой скоростью и так далее. Машинное зрение — это хорошо. И, фактически, вы сегодня говорите о том, что дрон должен превратиться в стандартную ЗУР.

Есть такое понятие, как сближение скоростей. И когда говорят, что дрон что-то выжидает, потом резко увеличивает скорость и так далее, это большой вопрос в математике, в баллистике, в высотах, в перехватах и так далее. Это вопрос машинного зрения, это вопрос основной. Или это, в переводе на русский, на сегодняшний день во всех этих вещах есть понятие в том, что является оптико-оптиционный комплекс. Поскольку вы все говорите об оптике, ладно, так можно говорить, то эти две вещи, которые сегодня в природе существуют, они приняты в окружении. Да, они достаточно большие, они стоят на разных вещах, в том числе на беспилотниках типа Ориона и так далее. Поэтому здесь возникает вопрос, для того чтобы чем-то уничтожить цель, вы должны, А, чем это уничтожить, Б. Как вы оптико-прицельный комплекс наведете: свой перехватчик с этой целью. То есть вот тут четыре основных части компонента. И опыт показывает, что малыми дронами эти задачи не решаются. Даже вот вы сейчас все обсуждаете, вы все правильно говорите. Вы находитесь на пути теоретическом, в изыскании и так далее.

Но на практике это уже все давно решено. И давно уже находится в эксплуатации. Другой вопрос, что сегодня беспилотники, которые существуют, ну не такие, как у коллеги, а достаточно большие, нужно объединить со средствами разведки, со средствами наведения и расчёта. Вот это основной вопрос, такая комплексная задача.

Это первая задача, она решаемая. Удовольствие достаточно дорогое, но тем не менее, понятно, как ее решать. Вопрос второй, о котором было сказано, как этот дрон должен размещаться в исходном положении, где он должен быть. Значит, исходя из опыта, дрон должен иметь радиус действия, скажем, передней полусферы, ну, грубо говоря, 180 градусов по фронту, и дальность примерно 20 километров. Это раз. Второе. Масса

его может достигать нескольких десятков килограмм. Дрон, по идее, должен быть многоразовым. То есть, это просто платформа, которая пускает какие-то, условно говоря, снаряды, и он должен вернуться.

При указанной комплектации этот дрон свыше 100 км в час не сильно-то и разгонишь. А цель идет допустим 150–200 км/час и тогда для того, чтобы дрон перехватил цель в отведенном ему районе, он там должен дежурить. Но понятно, что он не дежурит там в режиме 24 на 7. Перехватчики туда должны выкидываться на неких мобильных пусковых устройствах на том же грузовике, грубо говоря, когда объявляют тревогу. Тогда у дрона есть примерно 12 минут для перехвата, а у цели есть 8 минут до перехвата. И в зависимости от того, как эти полукруги пересекаются, надо наши перехватчики расставлять. Понятно, что любой перехватчик по определению должен знать первоначальные координаты цели. Решаете баллистическую задачу, выводите перехватчик в точку встречи, и там уже ваше бортовое зрение для машины, либо другие вещи, и они уже осуществляют наведение перехватчика на цель на конечном участке.

Вот от этого, надо плясать. Но теперь я напомним, что те станции, которые сегодня существуют, серийные, они действительно используют все, что здесь ребята говорили. Там есть телевизионные каналы, там есть тепловизионные каналы, там используются очень хорошие матрицы и так далее.

В общем, много чего есть. Поэтому сегодня можно скомпилировать это все в едином флаконе. Наверное, такая задача может быть решена при появлении конкретного заказчика. Один вопрос, который всегда остается, а кто этими системами будет управлять? Как коллега говорит - гражданское ПВО, но это не гражданское ПВО. В прямом смысле этого слова, гражданские такими вещами заниматься не могут, этим могут заниматься только какие-то ведомства.

Например, условно МЧС, который имеет силовые структуры. И самое главное, что я хочу сказать, любой перехватчик, он работает только с помощью автоматизированной системы управления. То есть он должен взаимодействовать с системой, которая имеет информацию о целях. Если информации о целях нет, то перехватчик ничего не сделает.

Представитель НИУ «МЭИ»

Спасибо за весьма содержательную реплику. Но я бы здесь отметил, что некоторые ваши тезисы они весьма дискуссионные. Ну например, что цель

должна быть именно уничтожена. Цель базового противодействия беспилотным системам это не допустить попадания ударного БЛА в его цель, то есть в какое-то критически важное предприятие, транспортный узел.

Как бы это некрасиво или страшно не звучало, но даже взрыв ударного БЛА в пригородной застройке, принесет для общества меньше потерь, чем разрушение критически важного объекта. Поэтому базовой целью является не дать ему попасть туда, куда он целится. Конечно, идеально было бы его уничтожить.

Представитель НИУ «МЭИ»

Дезактивировать, уронить, посадить без взрывов там, где никто не пострадает, но это уже как получится. Это раз. Два. Вот вы говорите, все уже есть, все уже работает. Но это классический аргумент, с которым мы встречаемся в день по 10 раз, который понятно о чем говорит. Если это все есть и все работает, зачем тогда ставить задачи этим людям. Не везде все есть и не везде все работает. Поэтому все-таки эта задача появилась не из-за того, что нам тут нечего было делать вечером, а потому что ее поставили.

Смотрите, надо ли превращать этот супер дешевый массовый инструмент в подобие такой профессиональной управляемой ракеты: дорогой, высокоточной. Это тоже вопрос дискуссионный. Где проходит грань между сложностью, эффективностью и массовостью, простотой и низкой стоимостью.

Вот, например, те беспилотники, которые летят на наши объекты, они же не очень сложные. Они ограниченно сложные. За счёт этого они очень массовые, дешёвые, и они продавливают нашу противовоздушную оборону, которая организована из очень сложных эффективных систем, но не рассчитана на такую массовость.

Поэтому здесь этот вопрос дискуссионный. Я не могу сказать, что надо обязательно ограничиться самыми простыми решениями. Может быть, для дальнейшего развития, их нужно будет усовершенствовать. Но согласитесь, что зенитные ракеты есть, но они не подходят под эти цели. Они слишком дорогие, чтобы их держать в достаточном количестве над всеми критическими объектами. По поводу обнаружения и времени срабатывания. Вы говорили, что это около 8–10 минут. Мне кажется это время

гораздо больше. Смотря с какого рубежа начать обнаруживать и сопровождать цели. И на эту тему здесь дискуссии уже велись.

И, к примеру, нам известны некоторые обрывочные данные о том, что у украинцев есть территориально распределенная система из нескольких тысяч датчиков, относительно несложных, объединенных в единую сеть. Конкретно заявляется, что это акустические датчики. По тем отрывочным сведениям, что попадают, считается, что она за счет своей распределенности позволяет сильно повысить эффективность их противодействия нашим тяжелым беспилотникам, которые направлены на их объекты инфраструктуры.

И здесь речь идет уже не о том, что там 10 минут на все про все, а там и часы могут быть. Естественно, необходимо распределение всех зон где ведется наблюдение, для организации противодействия. Но это вопрос организационный, и он при должном волевом усилии может быть решен. Ну, а то, кто и как может использовать эти системы, я не знаю, может быть здесь коллеги выскажутся или пока отставим это за рамками дискуссии.

Это я подвесил тишину.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы

Тишина... Я просто скажу, про то, что начали делать теоретически и практически, я такой дилетант большой во всех деталях, но то, что я услышал, что можно сделать симулятор, на котором можно отрабатывать такие изделия, вообще это интересно. И вполне возможно, что если будет положительный результат, то те, кто занимается подобным производством, скорее всего серьезно заинтересуются этой разработкой.

Мне вот сама эта идея, кажется очень разумной.

Представитель НИУ «МЭИ»

Вопрос этот, я бы предложил на будущее обсуждение, но сейчас здесь, к сожалению, нет таких глубоких специалистов. В какое место надо бить эту «летучую лисицу», условную, чтобы нанести ей максимальный урон от кинетического удара перехватчика. Рули управления, мотор?

Есть еще желающие высказаться? На этом запись семинара прекращаем. Всем спасибо за участие.