



Противодействие

беспилотным системам

семинар в НИУ «МЭИ» 9 июня 2025 г.

Участники:

- 1) представитель ООО «МАНГО»;
- 2) представитель бизнес сообщества;
- 3) представитель МГАК;
- 4) представитель МГАК;
- 5) представитель МГАК;

- 6) представитель НИУ «МЭИ»;
- 7) представитель НИУ «МЭИ».

Повестка:

Актуальные вопросы противодроновой защиты в условиях применения роевых технологий.

Предложения по итогам:

1. Принять к сведению информацию материалов докладов.

Стенограмма семинара (45 минут)

Представитель НИУ «МЭИ»

Уважаемые коллеги, добрый день! Я вас приветствую на очередном семинаре по тематике противодействию беспилотным системам, который проводится на базе Московского Энергетического Института. Семинары проводятся систематически с интервалом один раз в две недели.

И сегодняшний наш семинар посвящен теме: «Актуальные вопросы противодроновой защиты в условиях применения роевых технологий». На нашем семинаре мы используем только открытую информацию, не обсуждается никакая секретная информации, также все, что мы с вами обсуждаем – записывается, потом переводится в стенограмму и публикуется на странице семинара на сайте нашего института.

На наших семинарах все участники представляют три основные категории: первая – это заказчики, те, кто заинтересован в появлении нового продукта, вторая – это разработчики или носители компетенций и третья – это проводники к ресурсу. Поэтому, когда Вы будете представляться, прошу Вас сразу же называть категорию в которой вы предстааете на нашем семинаре. Начнем мы наш семинар с того, что познакомимся и представимся по порядку.

Я, представляю кафедру РТС нашего института. Выступаю в роли носителя

компетенции.

Представитель НИУ «МЭИ»

Добрый день, коллеги. Я являюсь разработчиком и сотрудником кафедры радиотехнических систем.

Представитель-предприниматель

Добрый день. Я проводник к ресурсам.

Представитель НИУ «МЭИ»

Уважаемые коллеги, на сегодняшний семинар я предлагаю следующий план работы. Сразу же после моего вступительного слова я передам этот микрофон выступающему коллеге. После доклада мы обсудим обозначенные проблемы и вопросы.

Специальная военная операция послужила мощным стимулом для военно-технических инноваций. Именно ведение боевых действий послужило толчком к развитию и появлению новых образцов различных технических решений. И беспилотные системы явились ответом на экономическое состояние, те не паритетные отношения, которые сложились в экономике между Россией и Украиной. Украина была вынуждена найти дешевый и эффективный способ противостоять возможностям России.

Приоритетное развитие беспилотных систем происходит по трем причинам. Это технологичность, низкая стоимость и высокая эффективность используемого нового вида вооружения. Новое качество это оружие получило с помощью массового применения в ходе боевых действий.

Если в 2022 году мы сталкивались с единичными случаями использования разведывательных дронов, то в 2023 году небо над Украиной, а точнее над линией БС, было уже достаточно наполнено беспилотниками всех типов. Причем, развитие беспилотников происходило не только количественно, но и качественно.

Они меняли свое назначение, помимо разведывательных беспилотных систем, появились и ударные, и бомбардировщики, и минеры, и транспортировщики грузов и прочие. И помимо этого, развивались не только беспилотные летательные аппараты, но появлялись и безэкипажные катера, и наземные робототехнические системы.

Можно сказать, что развитие происходило настолько быстро, что если несколько месяцев назад какие-то решения представлялись нам фантастическими, то сегодня эти решения уже воплощены в жизнь. Дальнейшим развитием технологий применения или тактики применения беспилотных летательных аппаратов являются роевые технологии.

Именно с применением технологий, базирующихся на использовании роевого интеллекта в будущем связан захват господства в малом небе.

Собственно, сам термин «роевой интеллект» был введен в научный оборот еще в 1989 году двумя математиками — Херардо Бени и Ван Цзином. Эти ученые, исследуя социальное поведение термитов, установили, что на основании анализа социального поведения термитов можно разработать алгоритм, который они называли «роевым алгоритмом» или «роевым интеллектом».

Выяснилось, что этот алгоритм в некоторых случаях работает значительно лучше, чем традиционный классический алгоритм градиентного спуска, позволяя быстрее и эффективнее находить оптимальное решение. Можно сказать, что еще в 1964 году Станислав Лем в своем романе «Непобедимый» описывает роевые системы.

Там он впервые даёт определение роя и рассматривает, что такое рой машин, в чём его эффективность, почему он интересен. Практически, можно сказать, что роман «Непобедимый» стал вступлением в теорию роя беспилотных систем.

Роевым интеллектом описывается количественное поведение децентрализованной саморегулирующей системы.

Рой — это децентрализованная саморегулирующая система, способная принимать согласованные решения без центрального управления. Фундаментальные принципы роя — это самоорганизация через реализацию прямых обратных связей, децентрализация, и эмерджентное поведение, тогда, когда результат больше частного, и синергия, то есть способность коммуникации через окружающую среду.

Я думаю, что в своих выступлениях и в ходе дальнейших обсуждений с вами, мы рассмотрим эту тему глубже. Я передаю свой микрофон коллеге, его доклад будет на тему «Mesh-сети для мобильных роботов и дронов».

Здравствуйте еще раз. Мой доклад будет на тему «Mesh-сети для мобильных роботов и дронов». Я рассмотрю технологии, которые сейчас применяются в мире, промышленные решения и расскажу, что было сделано, что мы апробировали.

Проблема связи в динамических системах — это ограниченная дальность, когда у нас есть только пилот, то есть потери связи при выходе из зоны действия.

Точка отказа, когда у нас все управляется через один ретранслятор, у нас этот ретранслятор является единой точкой отказа. И сложность масштабирования в том, что нужно выстраивать эту инфраструктуру.

На следующем слайде представлено решение, которое может быть применено и это Mesh-топология. Mesh — это ячеистая сеть. Каждый узел является или транслятором, или устройством, которое получает информацию внутри этой сети. Есть различные варианты доставки сообщений.

Это может быть и так называемый flooding, когда у нас информация распространяется просто волнами, передаваясь хаотично от узла к узлу. Есть forwarding flooding, когда у нас выбирается более-менее оптимальный путь между отдельными узлами. Также плюсом mesh-сети является самоорганизация, то есть не нужно вручную устанавливать сопряжения, с каждым узлом они подключаются автоматически.

Отказоустойчивость, то есть каждый узел у нас взаимозаменяемый, и при отказе одного узла, меш-сеть не будет ложиться.

Отличие от группы это то, что если мы используем просто группу беспилотников, их нужно как-то координировать, точнее координировать пилота, а управление группой отличается от меш-сети тем, что один оператор может использовать рой роботов, то есть один оператор для одного роя. Технология, которую мы рассматриваем и мы проверяли, это технология BLE Mesh, работает на частоте 2,4 Гц.

Я не рассматриваю помехозащищенность BLE Mesh, потому что однозначно она не помехозащищена. Я ее рассматриваю только в качестве образца для применения. Устройства, которые ее поддерживают, представлены на слайде.

Также наш пример, на котором мы это пробовали делать, это ESP32 с Bluetooth 5.0. Пропускная способность 1,2 мегабита, дальность связи одного узла на ESP32 порядка 10 метров, на прямую видимость 15,

и за счет ретрансляции любого узла получается покрыть дальность 2 километра, если есть достаточное количество этих устройств и очень низкое энергопотребление, что соответствует применению на дронах. В этой таблице у нас представлены различные технологии связи, в которых есть BLE Mesh и сверхширокополосная связь. Можно на различных этих технологиях апробировать нашу сеть.

Мы апробировали только на BLE Mesh также здесь указано сколько максимальное количество узлов.

Масштабируемость — это количество узлов, которые можно включить в эту Mesh-сеть, в которой эти узлы будут взаимодействовать с друг с другом, и они будут связываться с другими узлами и доставлять, соответственно, эти информационные пакеты. То есть максимально, здесь у BLE Mesh это 32 тысячи, почти 33 тысячи узлов. Если будет больше, около 40 тысяч, скорее всего, сообщения будут теряться.

Добавление узлов будет определяться программным обеспечением, которое будет реализовано Mesh-сетью.

Дальше я посмотрел промышленные решения, они зарубежные, для сложных задач есть готовые решения, это в основном для роевых дронов, для передачи информации внутри роя. У них на сайте можно заказать представленные устройства, которые это поддерживают. Они ставятся, например, на сельскохозяйственную технику, которая может обрабатывать поля, то есть на дроны уменьшенной версии. Они соединяются с помощью их программного обеспечения в единую Mesh-сеть и управляются полностью из нее. Это можно купить на зарубежном рынке. Это не военная технология, но, возможно, она применяется и в военной сфере. Это картинка с их сайта. Здесь предлагается использовать их технологию вообще на любом мобильном устройстве, то есть будь то дрон, будь то боевые машины пехоты, будь то солдаты с переносными устройствами базовой станции, и они за счет этого получают единое информационное поле, в котором можно моментально отслеживать положение каждого из этих элементов, за счет того, что они децентрализованы. При отключении какого-то одного из узлов, она все равно продолжает самоорганизовываться. Здесь представлено то, как у них решено по ним устойчивость.

Например, при передаче видео с дрона глушится определенная полоса частот, на первых двух картинках вначале было изображение более-менее читаемое, потом его заглушили, сеть сама перестраивается на другую полосу

частот, и на выходе получаем стабильное видеоизображение. Это делается автоматически. У нас мы проверили мэш-сеть на колесных роботах, просто они у нас есть и это было удобно проверить.

У нас было сделано это для того, чтобы децентрализованно соединить информационным каналом несколько роботов без сервера. Обменивались координатами и данными с других сенсоров. Проверено пока было 3 отдельных узла и скорость обмена сообщений на 25 сообщений в секунду.

Мы это будем проверять и масштабировать, на каком расстоянии это максимально будет работать с пересылкой сообщений. Но пока я получил 10 таких результатов. Это буквально на прошлой неделе.

И в качестве заключения. Mesh сети — это ключ к автономности, отказоустойчивости и мышлоперимности групп роботов. Спасибо за внимание. Готов ответить на вопросы.

Представитель НИУ «МЭИ»

У меня такой маленький вопрос есть. По сути дела, в основе всей идеи роя у дронов лежат свойства пертинентности, то есть принцип передачи цели. Каждое устройство имеет собственный алгоритм, мы не пытаемся вмешаться в алгоритм работы, мы только ставим задачу и цели, а рой определяет, благодаря собственным связям, как эту задачу решать.

Получается очень сложная система, которую достаточно сложно вывести из строя, которая самостоятельно без внешнего воздействия находит ответы на внешние вызовы, да, как в этом случае нам можно организовать противодействие этой системе с точки зрения обеспечения связи между образцами внешней связи, то есть как можно нарушить связь или как вообще противодействовать?

Нужно ли нарушать, или достаточно спуфинг вводить, или еще что-то такое?

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну, пока еще у меня не представлено помехозащитное решение. Поэтому, я думаю, если это использовать на ESP32, конечно, там это все очень хорошо улучшится обычным спуфингом. То есть, пока это у меня не решается. Поэтому нужно подобрать ту технологию, которая позволит помехозащищённо связывать вот эти узлы, а дальнейшее это уже будет организовываться за счёт программного обеспечения как раз таки mesh-сети.

То есть если будет помехозащищённый канал, тогда можно будет это делать.

Представитель НИУ «МЭИ»

То есть ответ вот этой технологии, по сути дела, лежит в сфере радиоэлектронной борьбы. Когда мы просто глушим каналы взаимодействия между дронами.

Представитель НИУ «МЭИ»

Да, но плюс вот этой технологии в том, что если у нас рой роботов распределенный, например, летит за какой-то целью пять дронов, они должны найти в небе беспилотник противника, они каждый по отдельности сканируют свой участок неба, и если один из них замечает противника он может по этому каналу передать всем остальным участникам этого роя, и они будут все вместе его атаковать, и, таким образом, будет больше вероятность поражения.

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну, а противодействовать этому как? Только постановка помех?

Представитель-предприниматель

Да, только вопрос на какой площади эти помехи ставить, если они идут к одной цели, какой кусок площади надо глушить?

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну вот с помощью mesh-сети прямая видимость между узлами должна быть порядка 15 метров. Если будет более дальняя связь, то, соответственно, нужно будет больше мощность.

Представитель НИУ «МЭИ»

Кстати говоря, коллеги, прошла информация, что последняя атака на один наш мост была проведена с помощью подводного беспилотника шведского производства так называемая REMUS-100, эти беспилотники используют роевые технологии, они связываются между собой с помощью гидроакустических сигналов и таким образом поддерживают связь, дистанцию и взаимодействие, я не слышал ничего про этот способ передачи сигналов,

как это организовано, как с этим борются.

Представитель-предприниматель

Здесь старая история. Первое обнаружение — это гидрофон определяет направление и место движения цели, а второе глубинными бомбами закидать такие аппараты.

Представитель МГАК

Так, у меня вопрос. Мы разобрали, что в нашей сети перспективное решение для мобильных роботов и дронов, особенно в условиях нестабильности связи современных атак позволяет создавать надежды, включая сети для различных предпринимателей. Так вот вопрос, как решаются проблемы с задержкой потери пакетов в условиях высокой мобильности узлов, и как будет обеспечиваться в плане безопасности защита от лишения в нашей системе организации?

Представитель бизнес сообщества

В самоорганизации вообще ничего не происходит. Это ключевой вопрос, теряется или не теряется, кто контролирует и что теряется, кто устанавливает, вопрос самоорганизации, кто это общее количество пакетов оценивает, где этот коллективный мозг, если нет центральной нервной системы.

Представитель НИУ «МЭИ»

Здесь у нас каждый должен самостоятельно оценивать информацию, которую он получает и шифровать, и те же потери пакетов он должен учитывать в самом модуле здесь нет какого-то сервера, который будет это обрабатывать.

Представитель бизнес сообщества

Получается, что на каждом дроне надо иметь суперконтроллер, который решает кучу задач?

Представитель НИУ «МЭИ»

Смотря какие цели ставятся.

Представитель бизнес сообщества

Цель простая, речь идет о том, допустим, воздушная цель, мы наводим где-то, что-то, как-то, мы все знаем, что кто-то выбивает, кто-то глушит, и все-таки как работает алгоритм? Что каждый контроллер каждого дрона понимает, что он до цели дойдет, а сосед не дойдет. И вот нам показывают летчики, когда идет мощный налет авиации на авианосец, то каждый летчик понимает, дойдет, не дойдет, командир из финального отряда как-то реагирует, фактически вы каждого робота превращаете в человека.

И вопрос, как люди в этой атаке взаимодействуют, так и дроны должны взаимодействовать, тогда должен быть суперконтроллер. И вопрос, какие входы на него подать, какая должна быть входная информация, что он должен анализировать. Вот суперкомпьютер должен быть на дрон, сколько он тут стоит? Из вашей технологии выходить, если нет коллективного разума, то получается, что это противодронный суперкомпьютер?

Представитель НИУ «МЭИ»

Не обязательно суперкомпьютер, потому что...

Представитель-предприниматель

Тогда сразу скажите, какая информация на вход подается, и что он на выходе должен получить, и где эта красная линия ограничения, чтобы количество информации соответствовало его пониманию?

Представитель НИУ «МЭИ»

Коллега, на самом деле теория роя предполагает то, что элементы роя предельно простые и они руководствуются элементарными алгоритмами. Один из примеров такого алгоритма выглядит следующим образом: в первые доли секунды члены роя выбирают ведущего, проводя «голосование» по принципу — «кто ближе всех к центру роя». Затем, ведущий выбирает оптимальный маршрут к цели и следует по нему. Остальные члены роя повторяют его маневры. При этом, в движении, все роботы роя, выполняют алгоритм в основе которого три фактора. Это поддержание скорости по ведущему, второе — стремление к центру, третье — поддержание дистанции до ближай-

шего дрона. Эти три параметра позволяют обеспечить организованное движение всего роя. Как вы сами видите, алгоритм очень простой и не требует серьезных вычислительных мощностей бортовых процессоров членов роя. Теперь по решению самой задачи. В соответствии с внешним алгоритмом, на основании внутреннего «голосования» члены роя распределяют обязанности или задачи по примеру роя пчелиного. Появляются «рабочие пчелы» — дроны исполнители, пчелы надсмотрщики — дроны наблюдатели, отслеживающие результаты удара и дающие команды на смену приоритетов атаки или ее прекращение, перемещение. В соответствии с выбранной функцией активируется алгоритм ее выполнения, что приводит к снижению нагрузки на вычислительные мощности индивидуальных членов роя. Под действием внешних условий члены роя могут изменять свое предназначение. Вообще сейчас есть три целевых функции роботов в рое – это «разведчик», «наблюдатель» и «рабочая пчела». Повторюсь, что такое распределение позволяет оптимизировать вычислительные функции отдельных членов роя и повышать его эффективность в целом. Так вот «рабочая пчела» в случае определенных внешних условий может стать «наблюдателем» или наоборот. То есть это возможность самоорганизации.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я понял, вопрос там был в том, какую информацию должен анализировать «отдельный мозг» - процессор.

Соответственно, я рассматривал такую задачу. Рой роботов должен был идти из области старта в область финиша, обменивались только курсом и координатами каждого робота. Использовались три алгоритма роевого поведения. Это муравьиный алгоритм, алгоритм оптимизации частиц и простенький алгоритм, который просто оценивал препятствия вокруг.

И за счет того, что на каждом роботе выполнялся один и тот же алгоритм сравнивая положение с соседями и дальности до целевой точки, они, в итоге, роем, объезжая препятствия, могли достичь конечной цели. То есть, там не такие сложные алгоритмы, выполняются на каждом роботе отдельно.

Разная сущность получается за счет того что каждый знает информацию из датчиков у других участников.

Каждый робот знал свою позицию по локальной навигационной системе, то есть дальность до опорных маяков и дальность до препятствий перед роботами.

Представитель бизнес сообщества

С помощью этого маяка можно заложить промежуточные пункты маршрута, такую карту вложить и по ней ориентироваться. А как определить дальность до препятствий?

Понятно, можно ультразвуком, например. То есть у вас две входные информации: первое, это он меряет по маякам и сравнивает с тем, что у него заложено, а ультразвук до препятствия, он обходит препятствие и возвращается к той картине, которая была заложена изначально, теперь взаимодействие между дронами.

Кто услышит, тот услышит я правильно понял?

Сколько дронов от одного дрона могут получить сообщение в радиусе 15 метров?

Представитель МГАК

Примерно 20.

Представитель бизнес сообщества

Грубо говоря, в многомерном пространстве у вас идёт более-менее распределённо на старте. И как вы заставляете всё это двигаться. Дальше, если какой-то дрон попадает в это многомерное пространство геометрическая позиция меняется. Но, тем не менее, поскольку у вас это не направлено, вы всё равно начинаете корректировать.

Представитель НИУ «МЭИ»

К сожалению, по объективным причинам не смог присутствовать человек, который занимается в течение многих лет этим вопросом, он, задержался в командировке. Но суть процесса в том, что: роевые технологии у нас в стране в течение определенного времени уже воплощаются в жизнь.

У американцев тоже есть мероприятия по исследованию роевых технологий.

Я думаю, что в рое важна связь не всех со всеми. Достаточно наверное поддерживать непосредственный обмен информации с 4-8 дронами, которые вблизи находятся и являются ретрансляторами для дальних. Если какой-то дрон не будет видеть из двух тысяч, которые находятся в этом рое, полторы

тысячи, ничего страшного.

Главное, что промежуточные, с которыми он общается, они видят соседних. Главное видеть ближайшие. А задача для этого дрона, для этого роя ставится очень простая. Например, долететь к цели, когда долетели, поразить такую-то цель. При всём при этом, простые алгоритмы полёта и следования. Первые дроны роя добились поражения, значит остальные, получают информацию, что цель поражена. И происходит перемещение к следующей цели. Или возвращение на базу.

Представитель МГАК

Продолжим. Дроны прекращают двигаться и изменяют атаку. Вот с этого момента подробнее. Те протоколы, на которых тестировались, есть ли у зарубежных разработчиков и смогут ли они перехватить или вырубить связь с этим роем. Второе. Мы продолжаем про безопасность атаки на узлы, фазовые переходы и шифрование канала. Если моделировать ситуацию, нам не надо видеть 5, 10, 20 дронов, нам надо видеть один дрон и замаскироваться под него, чтобы стать «своим» и предоставить лучший маршрут движения всей остальной сети. Как бороться с такими элементами? Я понимаю, что мы разбираем сейчас простые эффекты, но в целом интересует сразу безопасность.

Представитель НИУ «МЭИ»

В BLD Mesh там уже встроено шифрование этого канала между всеми участниками. Соответственно, если противник знает адрес, по которому они общаются, он может вносить свои сообщения. И здесь уже нужно продумывать алгоритм доверия каждому из участников. Это нужно обсуждать и выработать эту стратегию.

Представитель МГАК

У меня есть реальный опыт работы с межсвязью. Это связь китайского производства, аналог американской военной связи. Мы работали на расстоянии, и там заявляется, что юнитов может быть сколько угодно. Они между собой действительно общаются. Если глушить, грубо говоря, один юнит рядом с целью, он все равно будет получать сигналы от рядом летящих юнитов.

Основная проблема Mesh-сети — это ее пропускная способность. На сегодняшний день то что я видел это порядка 100 мегабит в секунду, но это все

в радиусе 3 километра может быть, потому что на расстоянии 100 плюс километров это уже 10 мегабит в секунду.

Чем больше юнитов появляется в этой Mesh-сети, тем меньше пропускная способность, потому что все это делится на количество юнитов. Если мы хотим получать высококачественную картинку на расстоянии 100 км, у нас должно быть 2 юнита. На сегодняшний день управление этой сетью производится человеком, полностью распределяются все приоритеты.

Сеть шифруется, в эту сеть залезть практически невозможно, если не знать, куда вводить ключи шифрования. И, на мой взгляд, на сегодняшний момент управление роем возможно только искусственным интеллектом в составе этого роя. Пусть это будет какой-то не слишком мощный искусственный интеллект, но он действительно должен быть на каждом юните.

Он должен получать сигналы, их анализировать от других дронов. Если дрон потерялся из сети, значит должны работать определенные алгоритмы. То есть если он уничтожен значит это угроза и в этой точке ставится плюс, а в нашей сети на мой взгляд интересен следующий момент: она между юнитами прекрасно определяет расстояние, она знает кто где находится.

Мы летаем без визуального контроля на большие расстояния и прекрасно при этом ориентируемся на местности, имеется ввиду в пространстве. Без видео, без карты, без GPS-сигналов. Мэш-сеть позволяет.

Соответственно, если поработать в этом направлении, скорее всего можно заставить двигаться в заданном направлении по очень четким условным координатам в пространстве без gps, мы спокойно обходим улучшение этих же самых gps спуфинг, на сегодняшний момент на СВО, уже в принципе нельзя летать с GPS, потому что есть буфер, глушение и прочее, то есть все летают без него.

Но если это будет как-то обрабатываться нейросетями, которые будут находиться на юнитах, это будет очень интересно.

Представитель бизнес сообщества

Получается, при взаимодействии между двумя юнитами, как Вы говорите, расстояние определяется за счет какого-то физического принципа?

Представитель МГАК

Затрудняюсь ответить, я не специалист в этом деле, но на карте мэш-связи я вижу все юниты, и надписи о качестве сигнала, и о соответственной дальности. То есть вы купили рой, который летает, но не знаете почему он летает? Мы не купили рой, мы купили меш-связь и используем ее для работы с разведчиками.

Представитель бизнес сообщества

Это взаимный обмен радиосигналами определения координат на временном пространстве.

Представитель МГАК

Если мы говорим о координатах летательного аппарата на сегодняшний момент, то мы выставляем наземные маяки с известными координатами.

Он рассчитывает видимость отправляет на воздушный юнит обмениваться сигналами высчитывает время и диапазоны, а диапазон юнита позволяет работать 1300-1500 то получая помеху в 1350 он автоматически отстраивается в 1450.

Представитель бизнес сообщества

Вспоминая недавний случай в Америке, когда перевернулся грузовик на огромной скорости, то грубо говоря, если пройти геометрическую фигуру, то где он идёт, с какой скоростью идёт, где у него геометрический центр, какие он размеры имеет, что он из себя представляет, какой радиоэлектронный след он оставляет, и, соответственно, вы должны иметь какую-то радиоэлектронную разведку, которая сразу оценит рой, как рой, с кучей юнитов и с обменом внутри. Для соседа справа, это уже не разовый источник информации, а это мощнейшая куча информации как единое целое.

А второй вопрос, что против него применять, потому что отдельный юнит не вышибешь, значит, надо давить весь рой.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я, конечно, не настолько глубокий специалист в этой области, чтобы ответить на все эти вопросы, но могу сказать точно, что даже из того, что я вижу

на сегодняшний день, тот, кто сумеет освоить роевую технологию в ближайшее время, получит неоспоримое преимущество на поле боя.

Противодействовать рою беспилотных летательных аппаратов или БЭЖов существенно сложнее, чем противодействовать одному аппарату. Во-первых, это и при применении средств радиоэлектронной борьбы, это при физическом поражении во всех отношениях, ну и поражение, которое могут наносить эти небольшие дроны существенно отличается от того, что может нанести большой, более крупный дрон.

И плюс роевой интеллект — это достаточно интересное явление.

Представитель бизнес сообщества

В 1983 году мы на истребителях-перехватчиках МИГ-31 вели, так называемую, обратную передачу данных, которая позволяла, то, что коллега в своем докладе говорил, если один истребитель видит на локаторе цель, то он передает картинку своего локатора всем в звене. Есть 4 истребителя с радиусом примерно 530 километров. У всех картинка на 800–900 километров.

Все видят, что видят один. Каждый передает. Это в 83-м году мы реализовали.

Недалеко тут у нас предприятие, которое сделало так называемые корабельные ракеты, опять это не секрет, когда они запускали эти ракеты, и они шли на корабельную ударную группировку противника, то происходило перераспределение целей. В том числе они знали главную цель, кто-то из этих ракет вёл всю группу за собой, и, если ее сбивали, автоматически другая ракета это подхватывала, и был разработан алгоритм в 80-е годы.

Но вот эти, откуда они были? Поэтому здесь задача разбивается на две. Первая — это задача использовать рой для атаки, и поэтому, коллега, я бы хотел потом отдельно переговорить, на столе лежит подлинная бумага, которая была бы нужна для того, чтобы из безэкипажного катера собрать рой и атаковать одну цель.

А второй вопрос, как с этим дроном бороться. Я уже сказал, что, на мой взгляд, этот рой надо определять, как мощный источник излучений. Но это опять вопрос, какую цель вы прикрываете? Какую задачу решает рой?

Если рой идёт по какой-то одной цели или по наземной цели, вопрос, как прикрывать цель, то здесь очень много зависит от тактики применения роя и,

соответственно, тактики борьбы с этим роем. Мы понимаем, что единицу не выбьешь, это бесполезная затея, заглушить связь между ними как таковыми, это такая же история, один-один нет, значит нужна мощная помеха.

Но опять-таки историческая справка, 83-й год. В первый день летают бомбардировщики, получают пятерку, БВУ не отбилося. Второй день взлетают бомбардировщики, но уже бьют истребителя. Истребители сбили все бомбардировщики, 6-я армия получила пятерки. На третий день включают помехи, цель полностью обесточивается.

Вопрос только к коллеге, если разом рой задавить он будет падать или он в автоматически уходит и ждет когда восстановится сеть? Сколько без сети можно остановить? И вообще сам этот мозг, который управляет исполнительными механизмами, сколько он продержится без связи? Автономная связь, связь коллективная. Насколько надо подавить, обрубить ему связь?

Представитель НИУ «МЭИ»

Секунда, две, час? На каждом дроне должен быть алгоритм, который позволяет ему автономно совершать действие. Вопрос.

Представитель бизнес сообщества

Сколько надо времени, чтобы рой развалился как рой? Каждый превратился в свою отдельную осу. Сколько времени надо?

Представитель НИУ «МЭИ»

А как он это делает, чтобы он развалился?

Представитель бизнес сообщества

Какое количество излучения, какой мощности на этот дрон? И на какое время? Эти вопросы сейчас и нужно обсуждать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Можно одну секундочку? У нас сейчас описывают роевые технологии, которые сейчас реализуются в России. Там оптическое опознавание дронами друг-друга и своего положения. Другая проблема. Скептики говорят о том, что

для надежного опознавания дронов в облаке нужна хорошая камера с хорошим разрешением. Ставим лучшую камеру, требуется лучший процессор для обслуживания. Растет цена одного дрона, но, тем не менее, на сегодняшний день реализована программа, когда рои из 4–6 дронов согласованно наносят удар по объекту противника, и работают достаточно эффективно. Уже существуют такие примеры. А как дальше это будет развиваться пока непонятно.

Представитель бизнес сообщества

Коллега, но ведь опять же вопрос стоит в тактике.

Да, я про тактику. Поэтому автоматически против этого возникает только заградительный огонь.

Представитель НИУ «МЭИ»

Каждый дрон имеет одну и ту же задачу, он всё равно долетит. Даже если главный дрон будет уничтожен, остальные долетят.

Представитель бизнес сообщества

Я говорю, что тогда использовать только заградительный огонь. Закрываешь пространство взрывчаткой, осколками, РЭБами, радиоволнами. Вы закрываете пространство. Все. Другого вы ничего не можете сделать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Рой в этом пространстве умрет.

Представитель НИУ «МЭИ»

Во время Великой Отечественной войны, за штурвалом самолета сидел лётчик, и было психологическое воздействие. Одного поразили, значит, остальные подумали, зачем нам лететь, разворачивались и улетали.

А когда работает машина, то чувства страха и самосохранения нет, значит нужно физически поражать каждую единицу, а поразить каждую единицу очень сложно.

Представитель бизнес сообщества

Правильно, поэтому вы должны поражать пространство, в котором находятся физические единицы. В идеале это тактический ядерный взрыв с ударной волной и электромагнитным импульсом. Но поскольку это применять нельзя, нужно использовать ударную волну в определенной области пространства, электромагнитный импульс. Ничего другого против врага использовать невозможно.

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну, ядерный взрыв это всегда такой крайний вариант.

Представитель бизнес сообщества

Нет, ядерным взрывом нет. Я сказал, ударная волна, электромагнитный импульс.

Представитель НИУ «МЭИ»

Чтобы создать ударную волну нужно достаточно мощности.

Представитель бизнес сообщества

Хорошо. Вы запускаете туда неуправляемые ракеты, садите из многостволки, в пространстве создаётся жуткая турбулентность. Создается избыточное давление.

Представитель НИУ «МЭИ»

Давление меня, конечно, впечатляет, но, тем не менее, представляете себе, когда реализован алгоритм, что при приближении удара рой рассыпается, то есть набирает дистанцию между объектами метров по 100?

Представитель бизнес сообщества

Здесь надо считать секунды.

Вопрос секунды. Во-вторых, я еще раз говорю, вы не забывайте о тактике. Техника вторична, тактика первична. Потом уже техника. Вы же сами говорите, он должен быть дешевый. Вот вокруг техники второй вопрос. Как

он борется с ударом?

Вот этот рой, вот эта пчела как ее устранить? Устранять можно только пространство, в котором она летит. Вы примерно понимаете, как она перемещается. Дальше можете взять максимальное расстояние, на котором можно работать, это 2 километра. В секундах это 30 секунд. Это все условно. Потому что ракета у вас идет со скоростью 30 метров в секунду, допустим 3 секунды на 2 километра. Вопрос как рой за 3 секунды может определить, что его атакуют ракеты и он этого не понимает людей там нет.

Представитель НИУ «МЭИ»

Коллега, вы пытаетесь найти линейные ответы на вызовы. Я говорю про то, что китайцы сегодня очень эффективно используют электромагнитный импульс в борьбе с БЛА.

Вы знаете, я тут с удивлением узнал, что у нас очень эффективно работают с акустическим воздействием. С помощью акустического воздействия разрушают дроны и разрушают БЭКи. Мне рассказали, что, оказывается, еще в далеком 1982 году нашими учеными был разработан метод акустического воздействия с помощью которого можно формировать волну способную разрушать физические объекты.

Представитель бизнес сообщества

Я согласен, разведите две задачи, нападение и защита. В этих двух задачах два отдельных решения, а иное решение я не могу предложить. Поэтому, когда вы нападаете, вы хотите уничтожить цель.

Мне 15 метров не хватает, мне надо 300–500 метров. Это мне хватит для того, чтобы цель уничтожить. Это первая задача. А дальше возникает вопрос, сколько стоит, что стоит.

А второй вопрос – это защита, как вы защищаетесь от роя.

Представитель МГАК

Мало вариантов очень мало процессоров на которых могут быть решены эти задачи.

Я говорю именно про те процессоры, которые смогут работать на этих алгоритмах.

Представитель бизнес сообщества

Процессор работает на основе информации, которую он получает на входе и выдаёт на выходе. Это похоже на рекламную теорию информации. В современном мире, где мы получаем огромное количество изображений, можно упростить процесс обработки данных. Вместо сложных систем и компьютеров, можно использовать буфер для временного хранения информации. При этом на борту дрона ничего не обрабатывается, что значительно упрощает его работу.

Вопрос заключается в том, какую информацию получает дрон, как он её обрабатывает и что выдаёт на выходе. Это напрямую связано с его «мозгом». Интересно отметить, что даже тараканы, которые известны своей устойчивостью к радиации, остаются единственными живыми существами, способными выживать в таких условиях.

Представитель бизнес сообщества

Для поражения роя тараканов нужно использовать минимальную информацию, так как таракан — живое существо, и радиация не может уничтожить конкретную нейроклетку.

Если действовать как таракан, то нужно воздействовать на их коллективное поведение, а это возможно только через обмен информацией между ними. Это создаёт определённые физические эффекты, которые можно использовать для поражения.

Можно использовать радиоэлектронные методы или создать ударную волну, которая будет воздействовать на всю область одновременно. Пример из истории: в ноябре 1943 года в Швейцарии Германия применила новые ракеты, которые могли бить на 2 километра и поразили почти все бомбардировщики В-29. Эти ракеты использовали идею ударной волны, которая разрушала самолёты. Таким образом, для поражения роя дронов нужно создать турбулентность в атмосфере, которая будет воздействовать на них на любом уровне.

Представитель бизнес сообщества

Таурис летит на высоте 30 метров над дорогой. Чтобы сбить его, нужно точно определить момент и место для создания противодействия.

То же самое относится и к рою. Чтобы уничтожить его, нужно понимать его

размеры и цели. Рой нельзя уничтожить полностью, если он занимает большую территорию, например, всю Красноказарменную улицу. Важно понимать, насколько он велик и как его можно нейтрализовать.

Необходимо определить тактику борьбы с роем, исходя из его геометрических размеров и целей. Недостаточно просто создавать препятствия, нужно понимать, как они будут действовать и как их можно нейтрализовать.

Представитель НИУ «МЭИ»

Мы обсуждаем целеполагание. Вы говорили о цели и задачах роя. Если останется только один участник роя, он всё равно будет выполнять свою задачу.

Представитель бизнес сообщества

Я хочу понять, что такое «юнит» в данном контексте. Сколько их осталось? Какой ущерб они могут нанести? Какой у них боеприпас? Мне нужно знать, что делает этот «рой», как действовать против него, сколько времени и ресурсов потребуется для защиты, на каком расстоянии она будет эффективной и как обнаружить угрозу. Я рассматриваю это с практической точки зрения, а не с теоретической.

Представитель НИУ «МЭИ»

Когда у нас возникнет конкретная задача и нужно будет её решать на практике, мы будем использовать тактику и практические методы. Но сейчас мы обсуждаем общие вопросы, верно? Мы говорим об организации противодействия и способах воздействия на этот рой.

Хотя дроны могут различаться по размерам, качеству и лётным характеристикам, они всё равно будут работать как рой. Основы роевого интеллекта останутся одинаковыми для всех дронов.

Эти дроны будут простыми устройствами, которые могут следовать определённому алгоритму. Каждый дрон выполняет только полётные функции и функции связи. Всё остальное, включая координацию действий, делает роевой интеллект — группа дронов вместе.

Представитель бизнес сообщества

Доклад великолепный, понятный для нас. Теперь дальше вопрос. Если вы говорите о противодействии роевой технологии, как все-таки этому рою противостоять? Вот давайте это обсудим, и так мы поняли, что такое робот, как он задачу выполняет, и как он структурируется. Давайте обсудим, как ему противодействовать.

Если мы включаем нормальный РЭБ, то у вас связи между юнитами исчезают.

Поэтому вопрос, на сколько секунд их надо вырубить, когда они просто посыпятся на землю?

Представитель НИУ «МЭИ»

Они не посыпятся, они будут индивидуально выполнять задачи.

Представитель бизнес сообщества

Стандартная функция полетного контроллера используется в две стадии. Первая продолжит траекторию, и вторая вернется на базу. Он продолжит свою траекторию полета.

Представитель МГАК

Там есть система безопасности, которую можно настроить на любое действие. Можно вернуться назад, восстановиться или остаться на месте и ждать. Остановиться на месте мы не будем рассматривать. Почему? Давайте обсудим это.

Они расположились на территории и остаются там. Сколько времени потребуется, чтобы прервать связь между ними? Если мы не глушим сигнал, то излучают ли что-то дроны в этот момент для восстановления сети? Можем ли мы поймать этот сигнал? И будем ли мы воздействовать на него в этот момент?

Когда мы отключили РЭБ, они друг-друга обнаружили, связь восстановилась, то есть они готовы продолжать миссию.

Представитель бизнес сообщества

Это не поражение, а временная потеря функционирования. Разница между поражением и подавлением заключается в том, что поражение — это постоянная утрата способности к действию, а подавление — временная.

Коллега упомянул, что мы обсуждали, насколько долго рой сможет оставаться неработоспособным после подавления и как он будет восстанавливаться. В частности, нас интересовало, сколько времени у роя есть на восстановление связи с другими роями и как они будут возобновлять свою деятельность.

Коллеге задали вопрос о том, как долго ему нужно удерживать электронный луч в определённой области, чтобы воздействовать на рой.

Представитель НИУ «МЭИ»

Есть такой вариант, что если они поняли, что их подавили сейчас, они продолжают лететь в автономном режиме, но, понятно, с накоплением ошибок, на расстояние порядка километра.

Вероятно, они не применяют оптические устройства. Однако это не мешает им использовать технологию, которая позволяет определять местоположение на больших расстояниях. Если беспилотники оснащены такой системой, то им необходим хороший сигнал. Если же такой сигнал отсутствует, то они не смогут определить своё местоположение. Я не представляю, как они смогут пролететь в зону, где связь глушится.

Представитель МГАК

Если мы разрабатываем системы оптической навигации, то в первую очередь необходимо учитывать погодные условия.

Однако, на мой взгляд, важно создать систему раннего обнаружения, которая будет отслеживать траекторию движения объектов. Это могут быть как самолёты, так и беспилотные летательные аппараты.

Мы определили, что они летят. Возможно, с помощью радара или визуально. Также должна быть определена зона поражения, в которую, например, могут стрелять системы противовоздушной обороны или люди с оружием.

Важно, чтобы зона поражения не затрагивала гражданских лиц. Возможно, именно поэтому их не сбивают в Белгороде, так как там люди пропускают их по 20-40 штук подряд, и никто не вмешивается.

Система раннего обнаружения должна быть настроена таким образом, чтобы отслеживать объекты, которые входят в зону поражения, но не выходят из неё.

Представитель бизнес сообщества

Нужно разрабатывать системы поражения, а теперь я вам расскажу одну простую вещь. В моём докладе, который был представлен 17 декабря 24 года, мы подробно рассмотрели все средства поражения в Российской Федерации и поставили множество вопросов.

Прошло полгода. За это время мы должны были решить проблему физического уничтожения дронов. Особенно важно это сделать, когда вы видите, как это происходит.

Вопрос к рою. Если вы не сможете подавить электронным РЭБ, он установится или проскочит в какую-то зону автономно, а мы не можем позволить себе играть в 80-е годы. Я не просто так это говорю. В этих зонах живёт миллион населения.

Поэтому, как всегда, первое — это обнаружение. Нужно определить геометрические размеры, центр, траекторию движения роя. Опять же, вы должны знать, куда он идёт, к какой цели. Что у него в КПМе записано?

Далее, как говорит коллега, он пролетит определённое расстояние. В наставлениях написано, что нельзя подпускать его ближе, чем на три километра.

Представитель бизнес сообщества

Затем следует игра тактики, которая определяет, как вы будете защищать свои цели. Если вы играете в защите, то нужно понять, какую роль вы будете выполнять, как это будет организовано, какие размеры будут задействованы, как вы будете использовать секунды и как будете играть с геометрией.

После этого возникает вопрос о технических аспектах. Какие технические характеристики вы будете использовать? Какие устройства и антенны вам понадобятся? Как их расположить и настроить? Как обеспечить электромагнитную совместимость? И ещё множество других вопросов.

Давайте разберёмся с этим и перейдём к следующему вопросу.

Представитель НИУ «МЭИ»

Нет, коллега, вопрос о применении технических средств должен быть задан раньше.

Существует концепция, которая называется «модель угроз». Именно её мы сейчас и обсуждаем.

Когда вас атакует рой, уже слишком поздно что-либо предпринимать, настраивать антенны и так далее. Мы должны быть готовы к противодействию этой системе. И исходя из этой готовности, у нас должны быть инструменты, которые мы сможем использовать.

А если мы обнаружим, что эти инструменты не работают, не настраиваются или не соответствуют модели, будет уже слишком поздно.

Представитель бизнес сообщества

Ещё раз, неважно. Вот они летают в небе. Вопрос, вы на земле, вы на них смотрите и думаете, как их уничтожить? Потом вернёмся к рою, вот они летают, и как уничтожить? Расскажите, пожалуйста.

Вы не знаете, где этот компьютер доступен, у вас к нему нет допуска. Как этот компьютер выключить?

Я с вами согласен, что у него есть программы, они расписаны. До компьютера вы не достучитесь. И командные радиолинии между компьютерами и дронами, а в дронах это полный автомат, там нет командной радиолинии, они летают по программе. Раннее сказали верно, они летают по программе. Вот они летают в небе, и вы стоите на земле. Вам говорят уничтожить. Берёте САЙГУ, САЙГА не достаёт. Берёте автомат-пулемёт, пули разлетаются, вы их 500 сбили. Что вы делаете? Будьте бить лазером, будьте бить ЭМИ, чтобы каждый юнит в этом рое вышибли.

Ваши действия, вот вам простой пример. Это не рой, это простейшая элементарная вещь. Вы это видите, он вам не мешает, но вам задача постоянно уничтожить. Как вы это уничтожите? А потом вернёмся к рою.

Представитель НИУ «МЭИ»

Ну, в этой системе всё просто. Там достаточно РЭБ использовать. В таких условиях РЭБ будет работать железно. На тех частотах, на которых работает управление роя между дронами. Нарушение управления приведет к кол-

лапсу составных частей в рое. Важно только, чтобы в момент появления такого роя необходимые средства РЭБ были в готовности к использованию.

Представитель бизнес сообщества

Теперь мы превратились в рой. Мы уже прошли этот вопрос. Мы врубаем РЭБ, они все аккуратно садятся на землю и ждут, когда вы РЭБ выключите. Ваши действия?

Представитель НИУ «МЭИ»

Я бы вообще сделал акцент на другом. Если мы будем говорить все-таки о рое, то основная отличительная черта роя заключается в том, что он обладает роевым интеллектом, раз. В том, что он не чувствителен к внешнему воздействию, два. В том, что он саморегулируется и самоорганизуется, три.

По причине наличия таких качеств, бороться с ним достаточно сложно. Это может быть физическое поражение или нарушение связи в рое.

Представитель бизнес сообщества

Я не специалист, но как-то с детства учили, что пчел окуривают дымом, и после этого их собирают в специальный мешок. То есть дымом их стгоняют, нарушают интеллект и связь.

Представитель НИУ «МЭИ»

Но вот насчет дыма я, честно говоря, не думал, хотя мысль интересная сама по себе. Мы говорили уже как-то о постановке помех в оптическом диапазоне, так же, как и в радиоэлектронном.

Но как я понимаю, на сегодняшний день для ответа на вопрос, как бороться с дронами. Хотелось бы понять как это делать, потому что это технология, которая приближается к нам достаточно быстрыми шагами. И через некоторое время мы все чаще будем бороться не с отдельными дронами, а будем бороться с роями дронов.

Представитель бизнес сообщества

Опять же, опыт показывает, что ударяют на расстояниях 7–20 км по отдельной летящей цели. Как там ударять неважно, но 95–99% сбивают. Правда,

иногда внутрь Москвы что-то попадает, но сейчас не слышно.

Мы в эту компьютерную сеть не влезем, никак, не поймаем эту сеть, смотрите, можно ли какие-то хакерские программы засунуть в эту сеть, чтобы дроны сами сдохли?

Представитель МГАК

Это тоже очень интересная тема, через приемник gprs, научились запихивать дроны.

Представитель бизнес сообщества

Кроме ударной волны, электромагнитного импульса, мы вышли на компьютерную атаку. Кстати, если кто не знает, в 2015 году Соединенные Штаты Америки создали так называемый 10-й флот. Это гиперкоманда военно-морских сил Соединенных Штатов Америки. Они объединили все радиоэлектронные игрушки и создали официальный 10-й флот. И второе, недавно по телевизору показывали, что в Великобритании, по готовности к войне с Россией, третьей мировой войне, что все будет решаться вопросом на кибератаках, киберкомандах и так далее.

Поэтому давайте смотреть, как можно влезть в компьютерную сеть, которая управляет роем дронов, с внешнего компьютерного воздействия. Можно или нельзя? Что для этого надо сделать? Ну и остается волна, которую надо создать в нужное время.

Представитель НИУ «МЭИ»

Уважаемые коллеги, можно еще вот небольшую ремарку? Я вот сейчас, честно говоря, подумал, что рой дронов — это всегда несколько десятков, а мы говорили там несколько сотен единиц. Подготовка к взлёту такой армады — это серьезная задача.

Представитель МГАК

Как показывает практика вообще не серьезно, это быстро делается.

Представитель НИУ «МЭИ»

Или все-таки там нужна определенная площадь, нужно время, если бороться

с дроном до момента его взлёта, на моменте, когда начинается подготовка.

Представитель бизнес сообщества

Вопрос касается взлёта, то есть вы задали вопрос очень элементарно.

Проблема в том, что вы не сможете их взять до старта или на старте. Это возможно только когда они выстроятся в облако, и вот это облако нужно уничтожить.

Представитель НИУ «МЭИ»

В процессе запуска я понимаю, что вижу: эти дроны в облаке — небольшие, значит, у них относительно небольшая дальность полёта. Это расстояние, с которого их не так просто обнаружить.

Запустить их в рое сложнее, чем одиночный дрон. Потребуется подготовка и маскировка. Даже кассеты нужно как-то собрать и привести в порядок. В условиях хорошей разведки это будет демаскирующим признаком.

В момент запуска их легче уничтожить, чем когда они уже собрались в рой и выполняют задачу. Управление роем (внешнее) минимальное, только корректировка задач в процессе.

Основное управление происходит внутри дрона через коммуникационные связи внутри роя. Можно говорить о хакерской атаке на рой, но не знаю, насколько это возможно.

Представитель бизнес сообщества

Суть проблемы не в этом. Сейчас речь идёт о том, как обеспечить безопасность информации.

Во-первых, необходимо выяснить, какой контроллер используется.

Во-вторых, нужно понять, какие данные поступают в систему. О выходных данных мы пока не говорим.

Далее, необходимо определить, как происходит проверка, защита и кодирование информации.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы найти уязвимость в контроллере и внедрить в систему своего агента.

Это вопрос, который можно решить на уровне специалиста по компьютерам, радиотехнике и электронике. Однако, чтобы это сделать, нужно понимать, как происходит заражение компьютерных сетей. Это отдельный вопрос, который требует отдельного рассмотрения.

Представитель МГАК

Давать ложную информацию на датчики на тот же GPS приемник можно напихать все что угодно скорость ветра местоположение ускорение огромное.

Представитель бизнес сообщества

Объём информации — это своего рода информационный шум, который требует анализа. Необходимо понять, как работает система контроля, где её уязвимости и как их можно использовать. Тогда станет ясно, какую информацию нужно передать, а также как это сделать. Это задача для специалиста, который должен разобраться в ситуации и найти решение.

Представитель бизнес сообщества

Следующий вопрос: как только вы используете даже обычное шифрование, сразу возникает вопрос о том, насколько это замедляет обмен данными между двумя устройствами. Насколько сильно шифрование замедляет обмен данными? Если шифрование обеспечивает стопроцентную защиту от несанкционированного доступа, то скорость обмена данными снижается.

Моя первая специальность связана с изучением ударных волн. Я также хорошо разбираюсь в физике и технике.

Представитель МГАК

Коротко временный мощный электромагнитный импульс и все упало.

Представитель бизнес сообщества

Импульс у тебя один очень узкий, а рой он у тебя широкий и как ты будешь его водить и так далее?

Короче, пока это не вариант. Такого пока еще реально не существует.

Представитель НИУ «МЭИ»

Недавно я общался с коллегами, и они рассказали мне об одном интересном проекте.

Корейская компания хотела создать устройство, которое бы отключало электронные гаджеты в качестве меры безопасности, чтобы предотвратить запись информации с телефона и т. д. Наши специалисты взялись за этот проект, и дело дошло до испытаний. Однако на определённом этапе стало ясно, что задача невыполнима, и мы отказались от проекта, сказав им: «что с помощью нашего метода мы просто сожжём оборудование». Они были в восторге от этой идеи.

Сейчас они закупили оборудование, которое генерирует сверхкороткие импульсы. Эти импульсы настолько мощные, что способны в течение тысячной доли секунды отключить и даже сжечь электронные устройства, находящиеся на определённом расстоянии.

Представитель НИУ «МЭИ»

В этом случае нет необходимости в точном наведении. Ширина импульса составляет примерно 40–60 градусов. Вы наводите его, и на расстоянии около 800 метров всё сгорает и отключается. Требуется довольно высокая мощность. Но импульс очень короткий.

Представитель НИУ «МЭИ»

На этом мы заканчиваем наш семинар. Спасибо всем за участие.