



Противодействие

беспилотным системам

семинар в НИУ «МЭИ» 9 октября 2025 г.

Участники:

- 1) представитель ООО «Стерн»;
- 2) представитель компании «Луис Плюс»;
- 3) представитель МО РФ;
- 4) представитель ДОСААФ РФ;
- 5) представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы;
- 6) представитель компании СМЗ ;

- 7) представитель Центра управления городской аэромобильностью;
- 8) представитель компании FDA;
- 9) представитель НИУ «МЭИ»;
- 10) представитель НИУ «МЭИ».

Повестка:

Актуальные вопросы защиты объектов топливно-энергетического комплекса страны, противодействия ударным беспилотным летательным аппаратам противника с использованием БЛА-перехватчиков.

Предложения по итогам:

1. Принять к сведению информацию материалов докладов.

Стенограмма семинара (2 часа)

Представитель НИУ «МЭИ»

Добрый день, уважаемые коллеги! Я с большой радостью приветствую Вас всех на очередном семинаре тематики противодействия беспилотным системам. Сегодня у нас 9 октября 2025 года. Наш семинар мы традиционно проводим на площадке Московского энергетического института. Тема нашего семинара сегодня: «Актуальные вопросы защиты объектов топливно-энергетического комплекса страны, противодействия ударным беспилотным летательным аппаратам противника с использованием БЛА-перехватчиков». Семинар носит открытый характер, здесь мы используем только открытую информацию, я прошу все секретные данные не использовать в ваших докладах и выступлениях. Все, что мы говорим с вами, записывается на диктофон, затем стенографируется, и стенограмма размещается на странице нашего семинара на сайте МЭИ. Мы убираем фамилии, имена

и отчества из нашей стенограммы, оставляем только привязку к организации. В наших семинарах все участники выступают обычно в одной из трех ролей. Первая - это заказчик каких-то решений, разработок. Вторая - носители компетенций или разработчики. И, наконец, третья – это проводник к различным видам ресурсов: или финансовым или административным. Я попрошу в начале нашего семинара для того, чтобы мы могли познакомиться, представиться всех, назвать фамилию, имя, отчество, организацию, которую вы представляете, а также ту категорию к которой вы сами себя относите на нашем семинаре. Начну с себя. Я представляю Московский энергетический институт. Соответственно, я выступаю в роли носителя компетенций.

Представитель ООО «Стерн».

Представитель ООО «Стерн», разработчик электроники, тепловизионных комплексов, противодействия беспилотным системам. Представляю категорию носителей компетенций.

Представитель компании «Луис Плюс»

Я представляю компанию «Луис Плюс» системы безопасности, я выступаю в роли заказчика.

Представитель МО РФ

Я представляю главное командование сухопутных войск и Министерство обороны России. Выступаю в роли заказчика.

Представитель ДОСААФ

Руководитель службы БПЛА, носитель компетенций.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы.

Представитель Департамента региональной безопасности и противодействия коррупции города Москвы, проводник.

Представитель НИУ «МЭИ»

Представитель Института радиотехники и электроники. В этой роли я представитель команды с компетенциями.

Представитель компании СМЗ, разработчик.

Я представляю компанию СМЗ - производителя, защитных сеток «Дарвин». Представляю носителей компетенции.

Представитель Центра управления городской аэромобильностью.

Представляю Центр управления городской аэромобильностью, носитель компетенции.

Представитель компании FDA

Компания FDA - разработчики БПЛА-перехватчиков. Носитель компетенций.

Представитель НИУ «МЭИ»

Уважаемые коллеги, я предлагаю построить наш сегодняшний семинар по следующему плану. Вначале я выступлю с небольшим вступительным словом, чтобы ввести нас всех в тему этого семинара. Затем я передам слово нашему коллеге. Он выступит с темой: «Беспилотный летательный аппарат-перехватчик и преимущество использования на уровне технологических решений, достигнутых при современном уровне развития техники.» И затем я передам слово коллеге с темой «Пассивные способы защиты объектов ТЭК, используемые сегодня.» Хочу подчеркнуть, что материалы нашего сегодняшнего семинара будут использованы в дальнейшем для формирования федеральной государственной программы противодействия атакам на топливно-энергетический комплекс страны.

Объекты топливно-энергетических комплекса страны относятся к одним из важнейших системообразующих комплексов. В результате ударов ВСУ в 2025 году повреждения получили 25 наших нефтеперерабатывающих заводов, из них 5 подвергались ударам неоднократно. Это говорит о том, что противник системно подходит к нанесению ущерба российскому топливно-энергетическому комплексу. При этом используются различные способы и типы средств поражения. Так, в марте 2025 года были нанесены удары, в

результате которых получили повреждения Ангарский НПЗ, Иркутская область, Антипинский НПЗ, Тюменская область, Омский НПЗ, Омск, Ачинский НПЗ, Красноярский край, Новосибирский НПЗ. География ударов говорит о том, что расстояние от линии боевого соприкосновения, размещение объекта в глубоком тылу не является для противника непреодолимым препятствием. Надежда на «авось», как и упование на просторы России, в современных условиях не работает. Системным вызовам необходимо предоставить такой же системный ответ. В качестве такого ответа должна стать многоуровневая эшелонированная система противодействия, опирающаяся на распределенную, такую же многоуровневую систему мониторинга угроз с ситуационными центрами и узлами управления противодействия угрозам воздушного нападения, которые должны объединять возможности войсковой ПВО и гражданского местного ПВО. В первом эшелоне, на мой взгляд, должны находиться средства обнаружения площадок запуска и пунктов управления ударами БПЛА, а также войсковые средства их поражения: системы залпового огня, артиллерийские установки, ракетные системы, обеспечивающие эффективное поражение БПЛА и операторов еще до старта. Во втором эшелоне должны использоваться средства радиоэлектронной борьбы, воздействующие на ударные БЛА, их каналы управления, системы навигации на начальном этапе их полета. Именно тогда они еще активно управляются операторами. В третьем эшелоне должны использоваться мобильные группы борьбы с БЛА, вооруженные установленными на пикапы зенитными установками и крупнокалиберными пулеметами на турелях. А также, эскадрильи перехватчиков на легкомоторных самолетах с пулеметным вооружением. Возможно использование сетей заграждений, поднимаемых на привязных аэростатах. В четвертом эшелоне должны использоваться БЛА-перехватчики, размещаемые в районе обороняемого критически важного объекта инфраструктуры. В пятом эшелоне должны использоваться пассивные средства инженерной защиты и маскировки объекта, к которым можно отнести аэростаты заграждения, защитные бетонные сооружения, сети, дымы, аэрозоли и ложные сооружения, выступающие в роли отвлекающих целей для отвлечения ударов противника. Порядок использования средств противодействия может определяться ситуационным центром, исходя из анализа складывающейся обстановки и учета имеющихся в распоряжении средств противодействия. При этом план применения средств радиоэлектронного подавления должен исключать негативные воздействия на собственные средства противодействия.

На данном семинаре мы не будем рассматривать три первых эшелона, отно-

сящихся в первую очередь к средствам армейского подчинения. Предлагаю сосредоточиться на четвертом и пятом эшелонах местной гражданской ПВО, использующейся при защите критически важных объектов инфраструктуры. Для военных будет интересен БЛА-перехватчик не только как средство защиты и противодействия ударам противника, но и как средство захвата господства в воздухе, при наступательных операциях на линии боевого соприкосновения. То есть, это то средство, которое позволяет эффективно бороться со всеми типами беспилотников противника. От FPV-дронов до беспилотных летательных аппаратов ударного действия тяжелого типа. Очевидно, что приведение сил и средств защиты критически важных объектов инфраструктуры должно осуществляться заблаговременно, по сигналу ситуационного центра. Собственные средства контроля воздушной ситуации должны выноситься вперед за периметр ограждения объекта на дальность, обеспечивающую эффективное применение имеющихся объектовых средств защиты. Использование средств противодействия должно быть комплексным. Так, при отражении атаки ударных БПЛА целесообразно использовать как средства маскировки объекта дымом с одновременной постановкой ложных дымов, так и средства радиоэлектронной борьбы, которые могут воздействовать на каналы навигации и управления ударных БЛА. В этих случаях перехватчики должны задействоваться до зоны воздействия средств РЭБ защиты объекта. Определяющее значение для эффективного противодействия ударным БПЛА могут иметь средства обнаружения и наведения, используемые для контроля воздушной обстановки в районе объекта. Их размещение и удаление от объекта определяется совокупностью свойств местности, застройки и техническими характеристиками как самих средств контроля, так и применяемых средств поражения. Среди таких средств контроля в обязательном порядке должны использоваться акустические, оптические, радиолокационные средства контроля. Средства пеленгации в непосредственной близости от объекта могут использоваться, но они не имеют критического значения. Все дело в том, что при нанесении ударов крупными беспилотниками большого радиуса действия, на последнем этапе они идут в пассивном режиме, и использовать пеленгаторы для их обнаружения не всегда рационально. Пеленгаторы можно использовать для противодействия или для обнаружения малых коммерческих беспилотников, которые запускаются из района объекта. При этом использование любых средств обнаружения и поражения ударных БПЛА не отменяет проведение элементарных организационных мероприятий, таких как контроль подступов к объекту, патрулирование территории вблизи объекта на удалении до 10-15 км, выставление наблюдательных постов, оснащенных сред-

ствами связи со штабом обороны, поддержание дежурной смены в готовности к немедленному реагированию, продумывание сценариев противодействия. Все это позволит существенно снизить риски от ударов беспилотных летательных аппаратов. При этом необходимо четко понимать, что объект должен быть подготовлен в инженерном отношении, то есть натягивание сетей, обваловка отдельных объектов, сооружение бетонных защитных сооружений позволит нейтрализовать многие угрозы для охраняемого объекта. Вот такое небольшое вступление. Сейчас я хотел бы передать слово коллеге по первой теме.

Представитель Центра управления городской аэромобильностью

Добрый день. Я являюсь инженером-испытателем отдела противодействия БАС ЦУГАМ. Имею опыт работы в составе расчетов противодействия БАС на всех должностях. Командир расчета, оператор БАС и советский техник-инженер. На сайте Московского энергетического института в 2024 году размещена концепция противодействия угрозам от тяжелых БПЛА для промышленных объектов в глубоком тылу, согласно которой во втором пункте, который называется «Облик систем противодействия», рассматривается возможность поражения тяжелого БПЛА роем скоростных FPV и БПЛА-камикадзе. Данная идея нами была частично реализована и протестирована нашим центром управления городской аэромобильностью и конкретно отделом противодействия БАС. И выработаны пути решения проблемных вопросов. Имея взгляд изнутри, хотел бы поделиться полученным опытом противодействия вражеским БАС и озвучить от лица непосредственно участника расчета - выводы по имеющимся техническим проблемам, а также по способам их решения и оптимизации работы своего проекта. Прежде всего хотелось бы сказать, что мы имеем дело с качественными вражескими БАС, иными ударными беспилотниками и спецификой работы по ним. В отличие от тех видео, которые можно видеть в интернете, как пример вирусное видео среди причастных ко всей этой теме, от Центра перспективно-беспилотных технологий и Минобороны России. Сейчас бы хотел вам его показать и объяснить, как действующий оператор то, что здесь показана эффективность, но у нее есть определенные нюансы. Видим, что у них идет поражение. На что хочу обратить внимание, во-первых, все действия происходит днем. Зачастую весь вражеский налет, который активно происходил весной, март-апрель, конец мая, когда очень большое количество прилетало, оно все происходило ночью. И вообще 80-90% налета происходит ночью, поэтому работать приходится на тепловых камерах. Кон-

кретно на том, на чем работали мы, то, что производит наша компания, перехватчики и имеющиеся на них сейчас тепловые камеры, у них есть первая специфика ГПО, это зум. Плюс специфика вообще того, как видно. А когда аналог еще и тепловой, картинка значительно хуже становится. Я чуть позже покажу кадры непосредственно с тепловыми камерами. Плюс здесь вы можете обратить внимание, мы видим в камере 90% всего их видео, которое размещено на сайте, 80-90% всегда видно в камере это пропеллеры. Что это значит? Есть специфика полета квадрокоптера, то есть как он у нас летает. Тяга создается винтомоторными группами, четырьмя, допустим, если это квадрокоптер. Он летит у нас условно вверх. Чтобы ему полететь вперед, нужно чуть-чуть наклониться. Мы это называем 0 градусов, когда у нас камера на квадрокоптере выставлена по курсу вперед на некоторых рамах в принципе видно лопасти, но если есть х-образные рамы, то пропеллера мы в камере не видим. Но при расположении камеры в 0 градусов квадрокоптер у нас имеет максимум такой угол и будет лететь на небольших скоростях. Чтобы развить максимальную скорость необходимо задирать камеру практически по 90 градусов. Потому что он лететь быстро не будет, то есть он полетит максимально быстро только при таком условии. Соответственно, если мы видим пропеллеры. Имея опыт полета на большом количестве квадрокоптеров, могу сказать, что при нуле градусов обычная условная восьмерка-десятка, 80 километров максимум разовьет, а то и меньше.

Разведчики летают в основном днем, на низких скоростях, его высматривают где-то на радарх и поражают его. Дальше можно это видео чуть-чуть рассмотреть. То, против чего работаем мы, это принципиально совершенно другие ударные беспилотники, и они летают на скоростях уже гораздо выше, 150-200 км/ч и больше было зафиксировано на других высотах, и, соответственно, все это происходит ночью. И в описании к этому видео у них также приложены все типы ВРА, это абсолютно все разведчики, я все проверил, это не то, с чем приходилось работать нам. Теперь для сравнения хотел продемонстрировать одно видео преследование вражеского БПЛА типа лютей. Это большой ударный беспилотник. Он очень похож на электромоторный самолет. У него размах крыла, по-моему, 7 метров, если не ошибаюсь. Сколько весит, не знаю. Может нести большой объем боеприпасов. Да, он летает очень далеко. То есть мы работаем против таких беспилотных летательных аппаратов, больших ударов, которые в больших стаях летают на очень высоких скоростях. Соответственно, вот так выглядит работа оператора по преследованию лютого. Вы можете заметить, насколько плохо уже видно в тепловую камеру. Сейчас здесь появится, можете обратить внима-

ние, вот он появляется, вражеский беспилотник. Удаление небольшое, но видите, насколько плохо видно. Между ним буквально 100 метров. Но очень трудно наблюдать, то есть заметить в первую очередь, об этом я буду позже рассказывать, но даже вот преследовать тяжело. Вот, видите, дрон летит, у него камера смотрит уже вниз, то есть при максимальном угле, оператору тяжело приходится, чтобы выровнять его.

Допустим, пролет идет через нас. Соответственно, преследовать на имеющихся перехватчиках достаточно тяжело. Сейчас давайте перейдем к первому пункту моего доклада. Это основные составляющие для успешного противодействия расчетов и перехватчиков вражеским БВС. Для эффективной работы программы противодействия вражеских беспилотных летательных аппаратов с помощью ФПВ БВС Можно выделить четыре. К этим основным составляющим мы пришли в ходе имеющегося богатого опыта противодействия. Первое – это система раннего обнаружения ОБС противника, пролетевших границы Российской Федерации. Оно у нас было, но имелись определенные к нему вопросы. Необходимо раннее оповещение о ударах противника, в том числе с постоянным отображением движения вражеских БВС на всем пути до точки нахождения РЛС. И закреплено за сектором отсчета. О чем я здесь хотел сказать, что в данный момент вообще наш проект временно приостановлен по определенным причинам. Там, скажем так, низкая эффективность, но опять же по техническим причинам. И у нас было предварительное оповещение. Я просто не уверен, могу ли я назвать причины. Специфика оповещения была такова, что появлялись инциденты, рисовались самолетики, треки после пролета. Потом данный трек мог висеть, мы знали, что среднее время подлета после пересечения границ Курской, Белгородской, Брянских областей, среднее время подлета 1, 5-2 часа, зависит от скорости. Эти треки могли появиться и висеть, допустим, час-полтора. Через час-полтора они вот так вот перемещаются, такая флотилия уже на границе, допустим, там уже пролетая, заканчивая Орловскую область, подлетая к Московской. И по данным трекам, это не трек непосредственно радара, то есть который следит за БВС, это просто от руки кто-то набрасывает приблизительно прогнозируемую траекторию. И там нет никаких данных, которые бы нам могли помочь для идентификации цели, которая вошла бы уже в район работы нашей радиолокационной станции. То есть там всегда средний данные, 150 км в час пишет, там габаритов нет, чего-то, то есть мы не понимаем вообще, что летит. И плюс происходило смещение, то есть, к примеру, прогнозируемый трек проходил в одном секторе, а реально цель потом пролетала километров на 50 правее. То есть они были настолько не-

точными. Они как бы давали примерное понимание, через сколько мы должны быть более внимательно следить за радаром. По количеству тоже, знаете, как происходило? Вот он летит один, один на всем пути следования, а потом их становится 10. Они летят близко, рядом, и понимания нет, сколько пролетит конкретно через ваш сектор работы.

Представитель Центра управления городской аэромобильностью.

Ну, если учитывать те радары, на которых мы работали, у них радиус эффективный до 12 километров, то есть диаметр 24.

Ну и то, это много. В идеале бы, чтобы показывалось буквально до 5 километров. Это было бы идеально. Потому что, опять же, специфика работы на FPV-дронах, хороший уверенный радиус работы на имеющихся сейчас устройствах до 5 километров, стабильный радиогоризонт, когда почти все карты на руках. То есть радиус наблюдения радара, это не значит, что это не равно радиус работы расчета. Также при возможности реализации необходимо, на системе раннего оповещения, отображение зафиксированных данных заранее уже на предыдущих каких-то радарх, которые нам не показывались. Зафиксированных данных по высоте, на которой происходит полет в РАС КБС, потому что зачастую, допустим сколько мы их имеем возможности наблюдать, они летят всегда, в основном на одной высоте. То есть не бывает такого, что он летел 500, потом резко ушел в крутое пике и полетел на 100.

Соответственно, нужны и данные по высоте, скорости и ЭПР. ЭПР – это эффективная площадь рассеянного радиосигнала. Грубо говоря, размер. Чтобы мы понимали, наш это объект, или это стая птиц или журавль какой-нибудь летит. Обладая этой информацией, можно более точно определять тип вражеского ВВС, вошедшего в зону радара. Понимать, по крайней мере, то, необходимо ли нам работать или нет. Потому что иных данных у нас как таковых нету. Иначе порой приходится тратить некоторое время для анализа данных, появляющихся на экране радара, чтобы убедиться в том, что данный объект является опасным для вас. Так как твои противники летят на очень высоких скоростях, то радиус действия радара ограничен, мы теряем ценное время на идентификацию, определение расстояния до азимута перехвата. То есть, допустим, если радиус работы радара 12 километров, пока мы первые 3 километра смотрим, появился какой-то трек, мы же не сразу на точку вылетаем. Плюс радару нужно сделать обороты, чтобы высчитать среднюю скорость, высоту, тот же ЭПР, но ЭПР постоянно меняется в

средних значениях. Мы какое-то время тратим на идентификацию. Плюс расчет не всегда идеально стоит ровно под радаром. Иногда он, зачастую смещен куда-то от центра, от установки радиолокационной станции, в какой-то сектор. И нам нужно принимать решение, вылетать нам по этой цели, потому что есть емкость АКБ, есть определенные время, которое может отработать дрон. Второй составляющий эффективной работы – это как раз таки радиолокационные станции. Нам необходимы качественно настроенные, откалиброванные радары, это уже непосредственно не на подступах, а на месте работы, которые могут нам непрерывно и точно показывать траекторию как вражеского БВС, так и нашего перехватчика. Особое внимание в этом вопросе заслуживает сложность визуального обнаружения БВС противника при отсутствии корректных данных о высоте БВС-перехватчика и противника. Так как при работе по воздушным целям у нас появляется новая плоскость Z, в системе координат XY, у нас еще добавляется высота, мы не по наземным целям работаем. И когда мы видим БВС противника и наш перехватчик в одной системе анализа, если у нас одна система оценивает высоту и БВС противника и перехватчика, тогда это еще хороший вариант. Даже если он имеет погрешность, то он с погрешностью показывает обе цели, и мы можем просто по имеющимся данным всегда выровняться на высоту. Вот здесь я бы как раз хотел показать свою работу. Конкретно я летел. И там наложилось одно на другое. Долго объяснять не буду, что к чему, но суть в том, что у меня на экране отключилась информация OSD, потому что настройки, которые стояли на дроне, информация OSD — это on-screen display, то есть это то, что здесь можно видеть. При включении режима Acro, то есть режим свободного пилотирования без стабилизации, чтобы нам маневрировать, на эту же условную кнопку было назначено отключение. Вся информация у меня практически тут осталась, только аккумулятор. И, соответственно, высота у меня отключилась. Я, условно, на глаз взлетал по высоте. Из-за этого, можно сказать, произошел пропуск цели. То есть я на глаз взлетел, цель шла примерно, по-моему, 250 метров, я где-то, наверное, был 150-170. И, во-первых, плюс его еще очень было плохо видно, потому что другая история, жалко, действительно.

Я выполнял полёт на перехватчике — это называется «полёт на ручку». Мне нужно было работать без очков, потому что в той ситуации это обеспечивало лучший обзор. Мы летали в составе двух перехватчиков в рамках проекта по усилению. Второй оператор находился на улице, а моей задачей было следить за экраном радара: отслеживать полёт трека и вести свой перехватчик соответственно. В очках я бы этого сделать не смог.

Поэтому я периодически смотрел в ИНС (инерциальную навигационную систему) и параллельно контролировал радар. Позже я перешёл на полёт по ориентирам, поскольку свой собственный трек на радаре не отображался. Это одна из наших системных проблем: БЛС-перехватчик имеет малые размеры и становится заметен на радаре только на больших скоростях или с использованием отражателей.

Часто возникают сложности с калибровкой оборудования. Мы много работали над этим, но так и не достигли стабильного отображения своего трека. Поэтому обычно мы летаем по ориентирам: запоминаем позицию до вылета, фиксируем азимут, геометрические ориентиры в зоне видимости. Я, например, держу карту и веду группу в сторону заданной позиции.

И вот по поводу высоты, зачастую из-за некорректно откалиброванных радиусом станции, мы не видим свой перехватчик на радаре. И вот, как я сказал, по высоте идеально было бы работать в одной системе. Нам приходится летать по барометру, встроенному в полетный контроллер. Но данный барометр тоже часто не очень корректный. Даже если он хорошо работает, иногда он может просто перестать работать, или как произошло в моем случае, он просто отключился. Но даже летая с барометром более-менее откалиброванным, он измеряет дистанции по разнице за время, допустим радар показывает 30, по факту между нами может быть от 8-20 метров и это уже критично, то есть 20 метров это 7 этажный дом.

Для эффективной работы наших перехватчиков по всей азимутной сетке радара необходим стабильный радиогоризонт, способный покрыть весь сектор. Но в связи со спецификой FPV-дронов, именно система радиоуправления и видеосвязи, передающаяся по радиоканалу, для полетов на больших расстояниях используются направленные антенны, в связи с чем коридор радиогоризонта, выдаваемый антенным блоком наземной системы управления, имеет форму луча света. То есть у него есть какое-то расстояние, например, 15 градусов, но это все равно луч, так или иначе. Соответственно, ограниченный диапазон, как по горизонтали, так и по вертикали. При смещении нашего перехватчика в какую-либо сторону более чем на определенный угол раскрытия сигнала антенного блока приводит к резкому ухудшению сигнала связи.

Если брать конкретно используемую нами систему управления НСУ «Стрелец-М», то она нуждается в доработке. Тот вынос, который имеется там, я не помню, 3 или 4 метра, я думаю он недостаточен для работы в Московской области условно, или где леса 20-30-40 метров. И нам с расчетом при-

ходится остановиться, выбирать где-то высоту по рельефу, выбираются позиции, сначала смотрятся карты высот, смотрятся где самые более-менее высокие места, какая же для эффективности радиогоризонта. А там вокруг допустим поляна, и вокруг просто лес сплошной, достаточно высокий. Поэтому нужен более высокий вынос.

И четвертая эффективная составляющая, это нужен эффективный БВС-перехватчик. Ударный БВС противника, это тяжелый БПЛА дальнего действия, полета. Как я уже сказал, это такие большие планеры, самолеты, вес которых достигает до нескольких сотен килограмм, а длиной до нескольких метров. Он напоминает небольшой кукурузник. И летают они на больших скоростях 150-200 километров и выше. Как я уже говорил про специфику полета квадрокоптера, даже при максимальном угле камеры, бумеранги на которых мы работали, способны развивать только 140 километров в час до определенного грейда, в штатной комплектации, с максимальным углом камеры. Соответственно, нужны перехватчики, которые могут развивать скорость полета, если это квадрокоптеры, берем во внимание, не самолетного типа, а которые развивают скорость 200-220 километров в час, возможно и выше, чтобы быстро сокращать дистанцию до БВС противника. Подытожив данные составляющие успешного противодействия ударным БВС, мы имеем определенный ряд технических проблем в работ FPV-расчетов. Проблема вывода перехватчиков в зону работы БВС противника. О том, о чем уже сказали, мы это делаем вручную, и это сложно. Обнаружить его, прилететь в сектор из-за всех имеющихся технических проблем по радиолокационной связи, по радиолокационным станциям, по радарам по радиогоризонту, и что зачастую приходится это все делать вручную по ориентирам, достаточно вылететь именно конкретно в сектор, где будет пролетать БВС. Поэтому, ко всему прочему, для изучения ориентиров, для расчетов необходимо определенное время дежурной позиции для изучения карты местности, ориентиров, и в целом для ориентации пространства. Да, сейчас бы хотел показать еще одно видео, насколько вообще сложно ориентироваться в пространстве с ночной камерой, особенно на больших скоростях, высотах и над большими лесными массивами. Зачастую, как я говорил, мы работали на поляне, вокруг нас был лес на 6 километров.

Я не помню, как называется, может быть кто-то подскажет, это такая ракета и два блока запускаются, выстреливается сжатым определенным газом или сжатым воздухом, и таким образом набирается высокая скорость полета. Я видел видео, когда днем летел как раз такой, мы вечером приехали к людям на усиление и они показали его в работе. И непосредственно эта стойка

оборудования с поворотным механизмом, как на майке примерно, камеры стоят: тепловая, но она большая, но у них есть своя система автозахвата цели. Соответственно, они увидели его, переключили на тепловую камеру, чтобы было легче. Там принцип работы автозахвата цели, что вы область делит на сектора, где больше происходит изменений в пикселях. И они его увидели, включили тепловую, захватили, и оставалось только оператору добавить полного газа. Что он и сделал. В момент подлёта к тому самому лютому его просто сдуло. Там большая моторная группа, большой пропеллер, который имеет очень большой воздушный поток.

В симуляторе полёт на скорости 300 км/ч даётся относительно нормально, но уже на 250 км/ч становится тяжело, даже при наличии опыта.

Основная проблема заключается в выводе перехватчика в сектор пролёта БПЛА противника, то есть в зону радиогоризонта. Из-за особенностей работы радиосвязи FPV-дронов и аппаратуры управления, а также при отсутствии трека на РЛС, приходится вести перехватчик по азимуту.

Этот метод, как уже упоминалось, связан с использованием паразитарного ориентира. Выдерживать строгий азимут в таком полёте сложно, особенно над лесными массивами. В результате происходит смещение из радиогоризонта, и качество связи резко ухудшается.

Север и юг определяются примерно, на глаз. Большинство полётов на большие дистанции происходят с ограниченной видимостью. Борт не был потерян, но перехват не удался. Третья проблема — это характеристики перехватчика.

Мы проводили эксперименты на позиции, но официальные испытания (ПМИ) не проводились. Нам предоставили доступные аккумуляторы и пропеллеры. После их тестов эффективность улучшились: появились сближения, есть видео. Суть в том, что к нам поступил новый перехватчик «Брус» от сторонней компании. Наш специалист выяснил, что он развивает 200 км/ч без особых доработок — в основном за счёт усиленного аккумулятора.

Мы используем аккумуляторы по спецификации — под мотор и регулятор. Летаем на 6S, хотя по документации они должны поддерживать только 6S. Но оказалось, что наши регуляторы на «Бумерангах» и моторы поддерживают 8S — такие же, как на «Брусах». После облёта получили пиковую скорость 213 км/ч. Дрон не перегревался, пайки не отвалились. Потом полностью разрядили аккумулятор — всё работает нормально. Так что в комплектации «Бумеранга» возможна такая доработка.

Также мы поменяли пропеллеры: вместо штатных 8-дюймовых поставили 7-дюймовые с другим шагом — это добавило ещё 20 км/ч. То есть можно принять заводской дрон, заменить компоненты — и получить скорость. Однако эти импровизации не были внедрены. Более того, когда наша компания начала производить собственные моторы (вместо китайских), ситуация ухудшилась — они не держат 8S. Проблема пока полностью не решена, над этим работают мы и другие компании, включая Николая с его разработками.

Главная проблема — сложность визуального обнаружения БПЛА противника. Озвученные ранее трудности мешают обнаружению, преследованию и поражению целей. В 90% вылетов это был основной сдерживающий фактор. Если бы у нас был надежный высокоскоростной перехватчик и стабильная техника, работа была бы эффективнее. Прилететь и ударить — не самая сложная задача. Главное — обеспечить предыдущие этапы.

Что касается технических решений: для помощи в выводе перехватчика в зону цели наш партнёр «Коптерлап» разработал систему на базе НСУ «Форпост» в связке с «Стрелец-М» («УМ»), «Бумеранг Б-8 БПО» и РЛС «Р-10». Суть в том, что система выдаёт целеуказания через интерфейс в НОЙЗД — на экране появляется стрелка с указанием направления и высоты. Однако система требует доработки и введения четвёртого члена расчёта — оператора НСУ. Также есть проблемы с точностью из-за задержек данных между РЛС, «Форпостом» и «Стрельцом-М». РЛС показывает цель с задержкой в 3 секунды, а с учётом передачи данных через интернет — до 5-10 секунд. Мы вынуждены лететь туда, где цель была, а не где она будет. Сейчас работают над прогнозирующими подсказками. Дополнительная сложность — система пока работает только с РЛС «Р-10».

Проблему радиогоризонта частично решили установкой антенного блока НСУ на 12-метровую мачту с автоматическим поворотом по азимуту. Управление — с пульта с джойстиком или кнопками. Это улучшило обзор, но оператор всё ещё работает вручную, ориентируясь на данные радара. Нужна доработка для автоматического слежения. Ранее пытались реализовать это через GPS, но из-за постоянного глушения сигнал нестабилен. Сейчас рассматривают использование импульсных секторных радаров для точного позиционирования БПЛА и автоматического разворота антенны.

Ещё одно средство — перехватчик «Ёлка», успешно прошедший испытания и запущенный в коммерческое производство. По нему могу показать отдельную презентацию с описанием функционала — я сам участвовал в ис-

пытаниях.

Предназначен для поражения БПЛА мультироторного и самолётного типа размером от 20 сантиметров, движущихся со скоростью до 120 км/ч. Максимальная наклонная дальность действия — 2000 метров.

Перехватчик не рекомендуется применять во время осадков, при контрастной облачности и ярком солнечном свете. Скорость ветра — не более 8 м/с, однако наивысший процент поражения достигается при скорости ветра до 5 м/с. Идеальные условия применения — светлое время суток, когда цель уверенно наблюдается визуально: в период через 1 час после восхода солнца и за 1 час до заката.

Последовательность подготовки и применения:

Обнаружьте цель. Извлеките устройство из упаковки. Установите на неподвижную горизонтальную поверхность. Вставьте ключ до упора. Раздастся двойной звуковой сигнал. Тройной сигнал означает недостаточный заряд аккумулятора — поддерживайте напряжение 24,6В. Дождитесь завершения калибровки. Окончание звукового сигнала означает готовность к работе. Удерживайте устройство одной рукой, второй придерживая снизу. Проверьте положение предохранителя — флажок должен быть внизу. Наведите перехватчик на цель. Дождитесь равномерных звуковых сигналов с одинаковым интервалом. Нажмите спусковой крючок: Первое лёгкое нажатие до фиксации — захват цели и раскрутка винтов; Через 3 секунды после начала вращения моторов нажмите до конца — перехватчик направится к цели. Визуально зафиксируйте факт поражения.

Перехватчик работает полностью автономно, не имеет связи с оператором, что делает невозможным его обнаружение и подавление средствами РЭБ. Поставляется в транспортной упаковке в комплекте с пусковой установкой, ключом питания, зарядным кабелем и пакетом документации. Как оператор, участвовавший в испытаниях, отмечу главное преимущество — простоту. Перехватчик можно выдать любому солдату без специальной подготовки: достаточно минуты инструктажа. Известно, что аналогичные системы уже используются в подразделениях ФСО для охраны объектов на фиксированных дистанциях.

К недостаткам можно отнести ограниченную дальность и зависимость от видимости: если оператор хорошо видит цель, то и перехватчик сможет её

захватить и уничтожить. Система эффективна против целей до 30 кг; против более крупных ударных БПЛА требуется разработка версии с боевой частью («Пихта»), которая ведётся в нашей организации. Несмотря на технические сложности, система подтвердила работоспособность. Имеется видео с близкой работы по вражеским ударным БПЛА: на одном из трёх случаев зафиксировано попадание, подтверждённое дежурным оператором. Хотя обломки не найдены, движение трека прекратилось. Работа в условиях боевого потока требует высокого напряжения, но результат демонстрирует практическую ценность комплекса.

Представитель НИУ «МЭИ»

Кстати говоря, уважаемые коллеги, в докладе было рассказано о двух основных «магистральных» тенденциях развития беспилотной авиации. Первая – это трансформация обычных БЛА в сложно функциональные комплексы, объединяющие в себе ударные и разведывательные системы, объединенные единым контуром управления. Совершенно верно было указано, что как разведывательно-ударный комплекс, так же как и комплекс перехватчиков, должны объединять средства обнаружения и наведения со средствами поражения беспилотников. Это аппаратно-программный комплекс. И вторая тенденция – это повышение роли автоматизации на всех этапах. Начиная от обнаружения беспилотника заканчивая его обезвреживанием. Соответственно, с помощью геометрического алгоритма можно определить вектор направления движения, основной вектор движения к цели. Так, чтобы это все было без рысканий, без потери энергии, соответственно на максимальной скорости. С повышением энерговооруженности будут решены проблемы скорости, догона, повторного захода для атаки на цель. Хотя не уверен, что у нас есть такая возможность, слишком большие скорости у ударных беспилотников. Но тем не менее, две этих магистральных тенденции содействуют повышению эффективности комплексов беспилотных перехватчиков. И второе мероприятие – это создание комплексных систем, которые будут обновлять систему наведения и поражения. При этом нужно учитывать, что беспилотник, особенно вот того типа, про которого мы говорим сейчас, это система, которую мы теряем после первого же успешного применения. То есть он догнал, протаранил и погиб. Поэтому встает вопрос в том, что основные дорогостоящие функции наведения должны реализовываться с земли. То есть аппаратура, которая будет наводить, используя сигналы РЛС, беспилотник на цель, должна быть на земле.

Перехватчик, это только исполнительное устройство, которое наводится.

Но опять же, как мы говорили на предыдущих семинарах, развитие должно быть стандартизировано именно со стороны сигналов, протоколов передачи информации в первую очередь. Это обеспечит независимое развитие аппаратной части, независимое развитие программной части. И создаст условия для эффективно и быстро развития этого направления.

Так, ну что еще? Вопросы есть у нас или нет?

Представитель ООО «Стернер»

Применялись ли оптические электронные средства обнаружения?

Представитель Центра управления городской аэромобильностью

В работе отдела по противодействию БАС такого ничего не применяли. Может быть, какие-то другие отделы применяли такие системы. Я этой информацией не обладаю.

Представитель НИУ «МЭИ»

Совершенно верно. Именно поэтому я и говорил, что противник использует разные типы дронов. Например, для ударов по европейской части России на дистанциях до 1500-2000 км применялись ударные БПЛА самолётного типа. А диверсионные атаки на дальних восточных объектах — это работа так называемых «FPV-дронов», которые запускаются с расстояния около 10 км.

Сам факт таких атак говорит о том, что не была организована элементарная охрана: не выставлялись внешние посты, не велось патрулирование, не было организовано наблюдение. Полная самоуспокоенность закономерно привела к успешной атаке с незащищённого направления.

Хочу подчеркнуть: такой диверсионный дрон не может быть тяжёлым. Максимум, что он несёт — около 2-3 кг самодельного взрывчатого вещества. Подобные кустарные заряды эффективно останавливаются противодронными сетями. Если речь идёт о трансформаторной будке — её можно закрывать бетонным ограждением, для более крупных объектов, таких как ректификационные колонны НПЗ, требуется установка специальных сетей. У нас уже есть опытные специалисты, которые в следующем выступлении подробно расскажут о параметрах установки таких систем. Существуют сети, которые не просто останавливают дрон, но и плавно гасят его скорость,

не давая инерционным взрывателям сработать. Всё это уже апробировано — нужно лишь применять системно.

Кроме того, при угрозе атаки обязательно нужно использовать средства маскировки. Не случайно я упомянул аэрозольные завесы и дымы. Ещё во время Великой Отечественной войны в Саратове, где располагалось крупное оборонное предприятие, после первых успешных налётов немцев новый начальник ПВО приказал установить дымовые машины. Это была техника времён Второй мировой, но благодаря постановке дымовых завес эффективность бомбардировок была снижена до нуля. Немцы предприняли ещё несколько попыток, но ни разу не попали в объект.

Секрет в том, что объект размещали не в центре задымленной зоны, а с краю, создавая несколько ложных участков задымления. У немцев не было современных систем наведения, но сегодня, вместе с дымовыми завесами, мы можем применять средства РЭБ, что делает комплексную защиту ещё эффективнее.

Представитель компании «Луис Плюс»

У меня очень короткий вопрос к вам, как к эксперту. Мы уже собираемся примерно год. Вот как чувствуете, прогресс-то идет у нас в защите или нет?

Представитель НИУ «МЭИ»

Материалы сегодняшнего нашего семинара должны попасть в федеральную программу по защите топливно-энергетического комплекса страны.

Представитель компании

Вопрос о том, что не только диверсионные группы пускают маленькие FPV дроны, а летают и большие. Насколько товарищ Зеленский вчера обещал Трампу, что он теперь будет бомбить все газопроводы России и Китая.

Представитель компании «Луис Плюс»

Ну так что ж, нет защиты, что ли? Это факт?

Представитель НИУ «МЭИ»

У меня, честно говоря, таких фактов по количеству прилетевших БЛА нет.

Поэтому комментировать, конечно, трудно. Как я говорил в начале, должен быть системный ответ. Пока у нас не будет отработанного системного ответа. Системно я перечислил пять основных элементов — это позволит избежать потерь.

Представитель МО РФ

А вот можно вопрос по поводу применения систем управления беспилотниками. Если вы рассматриваете возможности, то практически, посты могут быть квазистационарными. У вас же не надо как на СВО убегать от обстрелов, ну по крайней мере пока, скажем так. Они могут поднимать антенну на беспилотнике, ставить антенну на вышку связи, на электроопору и так далее. И антенны более широкоугольные сделать.

Представитель Центра управления городской аэромобильностью.

Широкоугольные антенны не помогут.

Передатчик должен иметь узконаправленный сигнал для качества связи, то есть там уже на 6 километров, и ты правее-левее, вот вылетаешь, можно добиться увеличением мощности. Есть тоже специфика радиоволн, радиосвязи, DBI, усиления и прочее.

Представитель МО РФ

Ну, я понимаю. Я говорю не 12 градусный делать, а 30 градусную антенну делать.

Представитель компании FDA

Если вы ставите большую мощность, вы можете и спалить передатчик, который находится рядом во время взлета. Вот. соответственно, вам необходимо делать регулируемую мощность.

Представитель МО РФ

Ну понятно, усложнять механизм. И человеческий фактор.

Представитель НИУ «МЭИ»

Перескажу опыт с «другой стороны». Противник наш что делает в этом

случае? У них тоже есть такие посты перехвата. И на пост перехвата выезжает товарищ, который вообще «левый» абсолютно. Он на машине привез дрон, грубо говоря, поставил и держит его. Таких постов у них разбросано 10-20. Оператор сидит один. Сигнал передается через ретранслятор. Проходят где-то наши ударные БЛА. Этот «левый» парень говорит, у меня летит. Поднимайте там седьмой дрон. Оператор удаленно запускает седьмой дрон. Пошел седьмой дрон. А «левый» парень только антенну держит. Вручную, наводит ее в сторону своего перехватчика, он не отвечает за наведение. Вот так решен этот вопрос. Методом ручного управления. У нас можно было бы в крайнем случае, пока не доработаны технические аспекты наведения, поддержания устойчивости связи, использовать этот опыт.

Представитель ДОСААФ

Для того чтобы перехватить цель нужна скорость, а дальше начинается треугольник ошибок сведения: переклад информации, автоматическое наведение и так далее. На самом деле все что он сейчас рассказывает это обычная управляемая ракета. Потому что на винтах ты ракетные двигатели не заменишь, ты не получишь ни кинетику, ни управление. Тут можно играть. Только здесь самый вопрос. Мы пока не увидели результат. И мы не понимаем, где этот результат, через сколько лет будет достигнут.

Представитель НИУ «МЭИ»

Коллега, тут есть два решения. Первое, повышение мощности и скорости. 380 км в час достигаются на винтах уже сейчас. Второе – это совершенство алгоритмов наведения. Это тогда, когда мы будем выводить перехватчик в точку встречи.

Представитель НИУ «МЭИ»

Смотрите, наша система работает так: пока цель сопровождается радаром, все вычисления идут на мощном наземном компьютере. Используя данные с РЛС, я навожу дрон в расчётную точку. А как только происходит захват цели, в работу вступает одноплатный компьютер. Он использует оптическую систему для финального точного наведения. На скорости 380 км/ч дрон доводится до цели, и этот метод показывает высокую эффективность.

Ну что, переходим по второму докладу, господа.

Представитель СМЗ

Да, вы правы — защита должна быть комплексной. Без обнаружения, перехвата и подавления справиться с угрозой практически невозможно. Когда на объект заходит группа дронов, ни сетки, ни бронелисты уже не помогут: ударная мощь всегда выше защиты.

Дроны теперь летают группами, и без поддержки армии или хорошо оснащённой охраны объекты уязвимы. Но наша система — это последний рубеж обороны. Если дрон всё же прорвался, мы его точно перехватим. Мы ловим всё — от малых дронов до тяжёлых и даже реактивных.

При этом дрон может атаковать объект с разных направлений и скоростей. Чем меньше объект, тем ниже должна быть скорость попадания. Например, на скорости 200 км/ч поразить цель 10×10 метров не так-то просто. Мы проводили испытания 3 месяца назад: из 6 дронов в сетку 5×7 метров попал только один. Остальные не долетели — сработали углы подхода, погода, освещение.

Сегодня Украина производит около 4 млн дронов в год, мы — в 2–3 раза больше. И наш собственный парк дронов тоже становится угрозой: их покупают диверсанты, террористы, используют в корпоративных конфликтах. Внутренние угрозы становятся серьёзнее внешних.

Особенно уязвимы объекты за Уралом и на Севере — их легко поразить с расстояния 5–10 км. Не нужно запускать дрон из-за границы — его можно собрать в гараже и запустить с импровизированной установки. Такой запуск почти невозможно отследить.

Мы понимаем, что не идеальны, поэтому и работаем в комплексе. Важно обнаруживать, подавлять и уничтожать дроны ещё на подлёте. Но если не сработало — мы ловим. 80% дронов попадают в сетку, и 92% из них не взрываются. Конструкция сети обманывает датчики перегрузки: взрыватель проваливается в ячейку, срабатывания не происходит, дрон просто висит.

И последнее: защищать весь объект ТЭК не всегда нужно. Важно прикрыть критические компоненты — те, что дорого стоят и сложно заменяются. Например, РВС объёмом от 1,5 тыс. кубометров уже имеет смысл защищать. Меньшие ёмкости — вопрос экономической целесообразности. Заказчик десять раз подумает, стоит ли ограждать резервуар, который в 20 раз дешевле системы защиты.

Классические эти бочки с топливом, которые стоят, все, что меньше тысячи, бессмысленно защищать. Просто стоимость защиты сопоставима со

стоимостью топлива внутри этой бочки. Когда вы переваливаете за тысячу, понятно, что эффективность защиты и стоимость защиты оправдана. То есть мы с вами вероятность попадания рассчитываем, нам надо понять целесообразность и главное определить живучесть объекта. То есть у нас сами повреждения одной бочки, насколько повлияют на живучесть объекта. Если бочка одна, то ее надо защищать. Если их 40, то надо 20 раз подумать, защищать ли одну бочку.

Коллеги, перед нами результаты испытаний дрона, который смог долететь до цели. Да, наша сеть его в итоге остановила — система способна перехватывать такие цели. Однако нужно понимать: мы имеем дело с дронами разных типов — первого, второго, четвёртого. И к оценке защиты необходимо подходить комплексно, учитывая не только прямое попадание, но и воздействие ударной волны, и осколочное поражение.

Что касается устойчивости энергообъектов к ударным нагрузкам: современные конструкции в целом способны выдерживать значительные воздействия. Слабым звеном являются РВС — резервуары со слабыми крышами толщиной всего 4 мм. Их защита требует особого подхода и дистанций.

На сегодняшний день порог нашей защиты — взрыв, эквивалентный 25 кг в тротиловом эквиваленте. Всё, что превышает эту величину, не может быть компенсировано никакими существующими средствами защиты. Если вам говорят обратное — это не соответствует действительности. 25 кг — это физический предел. Всё, что выше, — уязвимо.

Мы должны чётко понимать эти ограничения при проектировании систем безопасности критических объектов.

Коллеги, переходя к вопросу защиты объектов, хочу пояснить ключевые особенности нашей системы сеточного перехвата. Главный принцип работы основан на эластичности сетки. При попадании дрона материал растягивается, увеличивая время воздействия удара примерно на 59%. Это позволяет поглотить значительную кинетическую энергию и мягко гасить импульс, что даёт возможность останавливать даже дроны с высокой скоростью и массой.

Что касается нормативной базы, мы ведём проектирование и сертификацию в соответствии с СП 542. Стандарт новый, и в нём, на наш взгляд, есть отдельные недоработки, в том числе касающиеся топливно-энергетического комплекса, — вероятно, они будут устранены в процессе доработки документа. Параллельно успешно проходим закрытые ведомственные эксперти-

зы, включая экспертизы Минобороны и Минпромторга.

На практике, как показал пример с объектами ФНС, основная проблема часто заключается не в качестве самой сетки, а в способе её крепления к зданию. Речь идёт о крупном объекте размерами 140 на 110 метров. Мы обеспечили полное перекрытие, однако ключевым требованием стало не только защитить объект от БПЛА, но и гарантировать, что конструкция не создаст рисков при ударе молнии — чтобы исключить попадание электрического разряда в центр обработки данных и не вызвать сбоев.

Отдельно важно оценивать живучесть объекта в целом. Речь идёт о том, насколько объект способен продолжить функционирование после возможного поражения. Все ключевые системы резервируются: электроснабжение — на 50-100%, насосные группы — на 50-80%, ёмкости топлива — на 10-15%, инженерные системы — на 15-20%. При этом заказчик не всегда объективно оценивает значимость отдельных элементов, и когда проводится трезвый анализ реальной живучести, нередко оказывается возможным оптимизировать затраты на защиту, сокращая смету в 2-3 раза без ущерба для безопасности. Рациональный подход к оценке рисков действительно является основой эффективной и экономически обоснованной системы защиты.

Коллеги, вот что мы реально можем защитить. Что касается осколочного поражения — здесь уже требуются дополнительные степени защиты. Для перехвата осколков необходимы либо бронелисты, либо бронематы. Однако, когда начинаешь считать актуальные цены наших производителей, стоимость таких решений составляет от 50 до 80 тысяч за квадратный метр. Сопоставимо со стоимостью самого объекта!

Это напрямую связано с предыдущим вопросом об оценке живучести и целесообразности тотальной защиты. Полностью защищать всё — не нужно. Большинство элементов ремонтнопригодны. Критичны только ключевые узлы, без которых предприятие не может функционировать.

Рассмотрим на примере подстанции. Она состоит из нескольких узлов: устройства высшего напряжения, трансформаторного блока и оборудования низшей стороны. Заказчик часто требует защитить всё. При расчёте получается около 50 миллионов рублей. Но зачем защищать всё? Замена проводов ВЛ, контактной группы или ячейки занимает 3–4 часа в плановом режиме, к тому же эти системы обычно резервируются. А вот замена трансформатора обойдётся уже в 500 миллионов и займёт несколько дней.

Именно на таких узлах и нужно сосредоточить защиту. Рациональный под-

ход позволяет не распылять ресурсы, а обеспечить надёжную защиту именно критических элементов объекта.

Стандартные решения простецкие. Мы понимаем, что верхняя сетка защита от сброса, верхняя сетка защита от пикирующих ударов. Маленькие объекты, в них не попадут. И расстояние от сетки до объекта 2-3 метра. Мы так больше не делаем, потому что это нецелесообразно. Для больших объектов, для 2-3 типа БПЛА, расстояние сетки 5 и более метров, в зависимости от того, насколько серьезно мы должны защитить объект. Если мы говорим о ударной волне и о топливном энергетическом комплексе, то расстояние может доходить до 15 метров, и тогда действительно мы ударную волну в состоянии поймать. Это текущие решения, как они выглядят. Это вот РВС закрытые системы.

Самолетик, детонируя в мачту, выбивает элемент решетки. Он не выбивает всю решетку. Решетка гнется, перекосится, повиснет, но не допустит волнообразного крушения. То есть не упадет на объект защиты. Именно поэтому опоры стоят редко, балки обычно стоят вне объекта защиты, если это возможно. То есть балки распределены так, чтобы в случае падения они не повреждали головные узлы. Сетка самозатухания, полиамид, он плавится, 215 градусов плавления, он горит, но самозатухает. То есть мы понимаем ограничения для объектов ТЭКа по горючести, но при этом мы понимаем, что горючая нагрузка от нашей сетки, допустим, для РВС. РВС пятерка – это 50 тысяч тонн. Сетка наша, которая защищает этот РВС, меньше тонны. В сопоставимости мы понимаем, никак это не оказывает влияние на объект. Но это точечные объекты, как они защищены в натуре, там может быть с лесами, если это четвертый тип. Все, что выше четвертого типа, третий, второй, лесами по периметру, к сожалению, нельзя. Если мы рассчитываем на модель угроз только от эфирных дронов, леса приемлемы. Если в леса попадает самолет, то леса является вторичным фактором поражения. И они сами поражают объект защиты. Они гораздо более эффективно пробьют вам РВС, чем сам БПЛА. Пример массовый. Можем посмотреть, они там даже в открытом доступе есть. Нет перекидных балок, все легенькое, натянутые тросы. И это наше решение. В Дубне можно посмотреть. Легкая сетка, но достаточно массивные колонны. Потому что там парус сумасшедший. Не так просто. Это типовое решение для РВС. Почему оно унесено вверх? Потому что добраться до крышки нужно на расстояние отодвинуть ударную волну от крышки. Крышка самая слабая.

Это трансформаторные подстанции. Самые полезные решения трансформа-

торных подстанций, потому что кроме обычных вопросов возникают вопросы передачи электроэнергии, электриков, все-таки диэлектрика и тросы, на которые мы опираемся. Мы выбираем диэлектрические, но на каждой подстанции свои уровни подвеса. И у нас, в зависимости от напряжения, разные расстояния до подвеса. горизонтов либо ниже горизонтов либо выше горизонтов электрические, без чего они сделаны. У нас же полиамид, и тросы мы прибираем несущие полиамиды.

Коллеги, переходя к вопросу мобильной защиты, хочу отметить специфику пожарной техники. Здесь возникает определённый диссонанс: хотя машину можно защитить сеткой, расчёт должен работать у самого рубежа пожара, где такая защита невозможна. Следовательно, ключевым объектом защиты становится не техника, а личный состав, что требует принципиально иных подходов.

Что касается маскировочных решений и различных типов сеток, мы разработали проект системы "Дорога жизни" с акцентом на многократную оборачиваемость. В отличие от распространённых одноразовых решений, наша конструкция позволяет осуществлять сборку и разборку до 10 и более циклов. Хотя первоначальная стоимость выходит выше, этот подход обеспечивает существенную экономию при необходимости перемещения защиты между объектами или при изменении оперативной обстановки.

Ключевой вопрос, который нам предстоит решить — точное определение срока службы таких мобильных систем и оптимального количества циклов передислокации без потери защитных свойств. Это позволит точно рассчитать экономическую эффективность решения для различных сценариев применения.

Парадоксальная вещь. Хуже всего сетка работает не на Крайнем Севере, а в приморских регионах. То есть это Владивосток, Сочи, Краснодар. Из-за того, что очень влажный климат и за ледяным дождем может прийти снегопад. То есть ледяной дождь нам не страшен в этих районах. Верхняя сетка с мелкой ячейкой. И обледенение три диаметра. То есть при обледенении лед мы в состоянии держать. А вот снег, наваливающийся на этот лед, создает шапку, которую надо счищать. То есть это эксплуатационная непригодность. И надо запускать туда человека, который счищает этот снег.

Представитель НИУ «МЭИ»

Я предлагаю, закончить официальную часть и завершить запись. Никто не

возражает?

Всем спасибо за участие в семинаре!