

A large black quadcopter drone with red lights is flying in the sky above a city at night. Several other smaller drones are visible in the background. The city below is illuminated with warm lights, and a prominent clock tower is visible. The sky is dark with some clouds.

Иван Иванов

**Небо — новая
зона
ответственности**

Иван Иванов

Небо — новая зона ответственности

<https://litres.ru/74217644>

SelfPub; 2026

Аннотация

В эпоху, когда небо перестало быть символом абсолютной свободы и превратилось в арену непрерывного технологического противоборства, эта книга предлагает глубокий анализ самой масштабной трансформации военного дела со времен появления пороха.

На примере СВО мы прослеживаем эволюцию беспилотников: от кустарных аппаратов до главного инструмента войны. Читатель увидит превращение гражданского коптера в ночной бомбардировщик «Баба Яга» и станет свидетелем атак на Омский и Московский НПЗ — новой нормы реальности.

Издание исследует архитектуру защиты критической инфраструктуры. Как защитить завод? Книга раскрывает концепцию «трех рубежей»: от систем РЭБ и турелей до инженерных сетей над нефтехранилищами.

Это разговор о том, где заканчиваются возможности технологий и начинается уязвимость экономики. Мы разбираем переписывание глобального баланса сил дешевыми

комплектующими и подготовку лазерных комплексов как ответа на FPV-дроны.

Иван Иванков

Небо — новая зона

ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Пролог: «Небо давно несёт угрозу»

Нефтеперерабатывающий завод «СеверНефтеХим» жил в своём круглосуточном ритме: даже до рассвета по территории сновали вахтовые автобусы, на проходной выстраивалась очередь из спешащих на работу людей, а в операторной уже мерцали экраны АСУ ТП, отображая давление в трубопроводах, температуру в колоннах и уровень в резервуарах. Над установками каталитического крекинга висел лёгкий туман из конденсата, пахло бензином и горячим металлом — запах, который старожилы считали почти родным.

Смена старшего оператора Игоря Семёнова начиналась ровно в 05:30. Он привычно пробежался взглядом по mnemonic-схемам. Всё было в норме. На установке гидроочистки шли плановые корректировки, в товарно-сырьевом парке уровень в РВС-12 держался в пределах допуска, насосы работали ровно. Семёнов сделал глоток остывшего чая и потянулся к рации, чтобы подтвердить готовность к приёму состава с сырой нефтью.

И в этот момент система видеонаблюдения моргнула. Не просто сбой — на всех камерах внешнего периметра на до-

лю секунды появилась резкая рябь, будто кто-то выкрутил контраст на максимум, а потом картинка вернулась, но уже с задержкой в несколько секунд.

— Охрана, это операторная, — голос Семёнова прозвучал чуть резче обычного. — Что у вас по периметру?

В наушниках раздался напряжённый голос начальника караула:

— Видим отметку на радаре. Малый объект, высота порядка 180 метров, идёт со стороны лесополосы. Скорость — около 90 километров в час.

Семёнов метнулся к монитору радиолокационного контроля. На тёмно-зелёном фоне пульсировала маленькая точка — не птица, не вертолёт, слишком манёвренная. Система пыталась классифицировать её, но статус оставался «неизвестный».

Через минуту пришли первые кадры с камер дальнего обзора. Дрон. Не любительский квадрокоптер, а аппарат самолётного типа с узкими крыльями и тёмным корпусом. Он шёл ровно, будто точно знал, куда направляется.

— Это не случайность, — пробормотал Семёнов, уже нажимая кнопку тревоги. — Объявляем режим «Антидрон».

По заводу прокатился сигнал тревоги, дублируемый по громкоговорящей связи: «Внимание! Угроза БПЛА! Всем находящимся на открытых площадках немедленно проследовать в укрытия!» По инструкции операторы на установках переходили на резервные пульты, отключая внешние интер-

фейсы. В товарно-сырьевом парке запускали систему подачи инертного газа — чтобы в случае возгорания снизить концентрацию кислорода в надтопливном пространстве резервуаров.

Тем временем дрон сделал резкий вираж и пошёл на снижение. Его траектория вела прямо к группе резервуаров с бензином — РВС-10, 11 и 12. На каждом из них были установлены датчики давления и температуры, а по периметру — сетка с молниезащитой, но никто не рассчитывал на удар дрона-смертника.

На вышке охраны уже работали операторы мобильного комплекса РЭБ. Один из них, молодой лейтенант с гарнитурой, быстро крутил настройки:

— Пытаюсь заглушить канал управления... Перехожу на диапазон 5,8 ГГц... Есть отклик! Дрон теряет связь!

Но аппарат будто ждал этого. Он на мгновение замер, а затем перешёл в автономный режим — система навигации переключилась на инерциальную, и дрон снова пошёл вперёд, теперь уже по заранее заложенному маршруту.

— Он летит по координатам, — выдохнул лейтенант. — Мы его не остановим помехами.

В этот момент с крыши насосной станции взмыл небольшой дрон-перехватчик — экспериментальная система защиты, которую недавно установили на заводе. Он был меньше и манёвреннее атакующего, но ему уступал в скорости. Перехватчик рванул вверх, пытаясь зайти на перехват, но враже-

ский аппарат резко ушёл в сторону, выполнил энергичный разворот и снова выровнялся — уже над резервуаром № 11.

А потом он начал пикировать. Не сбрасывал боеприпас — он сам был боеприпасом. Тяжёлый, собранный не ради долгого полёта, а ради точного удара. Внутри был заложен заряд, рассчитанный на пробитие кровли и воспламенение паровоздушной смеси.

— Он идёт на таран! — крикнул лейтенант. — Уводите людей!

Семёнов уже не кричал в рацию — он орал, перекрывая нарастающий гул:

— Все из зоны! Укрыться! Резервуар под ударом!

Секунды растянулись. Дрон пробил лёгкую ограждающую сетку, прошёл сквозь зону молниезащиты и ударил в верхнюю часть РВС-11 — в район понтона, где скапливались самые лёгкие, самые взрывоопасные фракции.

Грохот был не столько от удара, сколько от последовавшего за ним взрыва. Вспышка прокатилась по крыше, пламя мгновенно охватило верхнее строение, а затем потекло вниз по стенкам, словно жидкий огонь. В следующий миг массивную крышку резервуара резко подкинуло вверх — она оторвалась от корпуса, будто сорванная чудовищной силой, на долю секунды застыла в воздухе, перекошенная и дрожащая, а потом с оглушительным лязгом обрушилась обратно, смяв края обечайки и проломив часть ограждения. Металл скрежетал, крошился, разбрасывая искры, и этот звук слился

с рёвом пламени, окончательно стирая границу между конструкцией и хаосом.

— Пожар в РВС-11! — закричал Семёнов. — Объявляем «Пожарную тревогу»! Вызывайте пожарных и МЧС!

Сирены взвыли по всему периметру, перекрывая даже гул насосов. Операторы продолжали вручную сбрасывать давление из соседних резервуаров, чтобы не допустить цепной реакции, но огонь уже лизал металл, нагревая стенки соседних резервуаров до опасных температур. Если корпус потеряет прочность — произойдёт разрыв с выбросом горящего топлива.

А в небе появился второй дрон. Потом третий. Они шли парами, один чуть выше, другой ниже, будто проверяя реакцию системы. Один из них завис над эстакадой трубопроводов, сканируя датчики, второй пошёл вдоль линии электропередачи, выискивая уязвимые узлы.

Охрана задействовала противодронные средства — направленные постановщики помех. Один из аппаратов дёрнулся, начал хаотично маневрировать и врезался в ограждение, смяв секцию сетки. Второй резко ушёл вверх, набирая скорость. Появившийся из-за лесополосы третий аппарат — самый манёвренный, будто управляемый продвинутым автономным модулем, — сделал резкий разворот и направился к компрессорной станции. Он не метался в поисках цели, не зависал в нерешительности: траектория была рассчитана заранее, а помехи лишь отсекали лишние каналы связи,

оставляя дрону только инерциальную навигацию и заложенные координаты. Туда, где сходились все линии управления заводом.

Именно в этот момент заработала стационарная система защиты — мощный комплекс РЭБ, установленный на территории завода. Поле помех накрыло весь периметр, и дроны на мгновение замерли, теряя связь с внешними координатами. Один из них пошёл на аварийную посадку, второй попытался уйти, но был перехвачен сетью, выпущенной с мобильной установки.

Но было уже поздно.

Тишина, наступившая после первых минут хаоса, была не оглушающей, а какой-то злой — в ней слышался только треск пламени, шипение пара от пенной атаки и тяжёлое дыхание людей, которые понимали: они едва успели удержать ситуацию от полного коллапса.

Через сорок минут прибыла оперативная группа. Начался разбор полётов — буквально. Обломки дронов изучали инженеры, записи камер просматривали аналитики, диспетчеры восстанавливали телемеханику. Но самое главное — все поняли одну вещь: атака была тщательно спланирована. Она была продуманной, точечной, нацеленной на самые уязвимые узлы: резервуары, автоматику, линии связи. И на этот раз резервы и быстрая реакция не смогли полностью предотвратить ущерб.

К полудню завод всё ещё работал в режиме повышенной

готовности. В новостях сообщили об «атаке БПЛА», поражении резервуара и тем, как это отразится на топливе в регионе. А в сети тем временем множились короткие видео, снятые случайными свидетелями: кадры, на которых дрон уходит в пике, а следом — яркая вспышка и чёрный дым, поднимающийся над территорией завода. Ролики разлетались по мессенджерам и соцсетям, будто сами собой складываясь в наглядный отчёт об успехе атаки.

И в этом была особая угроза: враг получал не только подтверждение попадания, но и бесценные данные — ракурс, время реакции охраны, поведение систем защиты. Ведь небо в этой необъявленной войне давно стало особым полем боя — тихим, лишь изредка нарушаемым отдалённым жужжанием двигателей, и оттого ещё более пугающим. Нередко невидимые глазу болиды несли смерть, и каждый новый пролёт заставлял людей невольно задирать головы, вслушиваясь в звуки, которых раньше просто не замечали.

Этот день стал переломным не только для «СеверНефтеХима». Он стал сигналом для всей отрасли: защита от беспилотной авиации — это не про будущее. Это про сейчас. Про каждый резервуар, каждую колонну и цистерну, каждый датчик, от которого зависит не только работа завода, но и безопасность тысяч людей в соседних городах. И если мы не научимся видеть угрозу раньше, чем она коснётся крыши резервуара, следующая атака может стать фатальной не только для экономики или отдельно взятых людей, но и для страны.

в целом.

Часть 1. Глава 1. Предвестники эры дронов

Произошедшая на НПЗ атака — это не случайность, а закономерный итог многовекового развития технологий. Чтобы понять корни современной угрозы, необходимо обратиться к истории, где каждый этап развития человечества приближал нас к нынешней реальности.

Развитие дронов уходит корнями в самые ранние попытки человечества подчинить себе воздушное пространство. Люди стремились использовать небо не только для полётов и преодоления больших расстояний, но и для наблюдения за противником, а позднее — для нанесения ударов. Истоки этого стремления появились задолго до изобретения электроники и двигателей.

Ещё в середине XIX века австрийцы во время осады Венеции в 1849 году предприняли одну из первых зафиксированных попыток боевого применения беспилотных аппаратов. Они запускали над городом воздушные шары, снабжённые простыми механизмами для сброса боеприпасов. Инициатором идеи выступил австрийский артиллерийский офицер Франц фон Ухатиус: к воздушным шарам подвешивали осколочно-фугасные или шрапнельные гранаты, а отделение боеприпаса обеспечивал рассчитанный по длине фитиль — он пережигал крепёжную верёвку в нужный момент и одновременно мог воспламенять запальную трубку самой бомбы.

Иногда упоминают эксперименты с управлением через

изолированный медный провод и гальваническую батарею с берега, но в основном использовали именно механический способ. Запуски проходили в несколько этапов: первые попытки оказались неудачными из-за смены ветра, позже шары всё же долетели до Венеции, и таймеры сработали — однако урон от прямых попаданий остался незначительным. При этом психологическое воздействие оказалось ощутимым, а сама идея дистанционного воздействия с воздуха была сформулирована и опробована на практике, став своеобразным прообразом будущих барражирующих боеприпасов. Несмотря на низкую точность и сильную зависимость от ветра (а порой и на риск того, что шар с бомбой вернётся к собственным позициям), этот эпизод остаётся первой задокументированной попыткой использовать беспилотные аппараты именно для нанесения удара по противнику.

В последующие десятилетия развитие аэростатики и воздухоплавания шло параллельно с совершенствованием средств наблюдения. Воздушные шары и привязные аэростаты активно применялись для корректировки артиллерийского огня в Гражданской войне в США, где и северяне, и южане поднимали наблюдателей на высоту, чтобы те передавали данные на артиллерийские батареи — сначала с помощью сигнальных флажков, а позже по телеграфу. Именно тогда впервые в крупном конфликте стала очевидна ценность «взгляда сверху»: с аэростата были видны цели, скрытые рельефом и постройками, а оперативная передача координат

резко повышала эффективность огня.

Этот опыт получил дальнейшее развитие в Русско-японской войне, где обе стороны использовали привязные аэростаты для разведки, а особую роль сыграли змейковые аэростаты конструкции Парзевалья — они лучше удерживали позицию при ветре и позволяли вести стабильное наблюдение даже в непокойную погоду. Позднее, в Первой мировой войне, аэростаты стали неотъемлемой частью артиллерийской тактики: их поднимали на высоту 600–2000 метров, оснащали оптическими приборами — биноклями, дальномерами — и средствами связи, включая полевые телефоны и радиотелеграф, что позволяло передавать данные о позициях противника практически в реальном времени. Опыт с аэростатами показал, насколько ценным может быть наблюдение сверху, и постепенно смещал фокус от примитивных «бомб с таймером» к системам, где главная задача аппарата — не нанести удар сам по себе, а обеспечить точную информацию для удара. Так из идеи простого сброса под действием ветра выросла потребность в надёжной связи, стабильной передаче данных и управлении — именно эти задачи впоследствии легли в основу технологий, без которых невозможно представить современные беспилотники.

Настоящий перелом наступил с развитием авиации. Первые самолёты быстро продемонстрировали потенциал не только как средства разведки, но и как носителей оружия, однако идея полностью автономного или дистанционно управ-

ляемого летательного аппарата продолжала будоражить умы инженеров.

Уже в начале XX века Никола Тесла в 1898 году представил публике радиоуправляемую модель судна, продемонстрировав принцип дистанционного контроля, который позже попытались перенести и на воздушные аппараты. Модель была названа «телеавтоматикой», от греческих слов «на расстоянии» и «самостоятельно движущийся».

В 1917 году американцы разработали Kettering Bug — примитивный беспилотный самолёт-снаряд с инерциальной системой навигации, рассчитанный на полёт по заранее заданной траектории к цели и сброс боевой части, что, по сути, делало его прямым предшественником современных дронов-смертников.

Хотя в Первую мировую войну эти аппараты так и не сыграли решающей роли из-за технических ограничений и сложности наведения, сама концепция получила дальнейшее развитие в межвоенный период, когда акцент сместился на создание радиоуправляемых мишеней для тренировки зенитчиков — такие аппараты, как британский Queen Bee в 1930-х годах, не только дали название самому термину «дрон», но и позволили отработать технологии дистанционного управления, передачи видеосигнала и эксплуатации беспилотных систем в реальных условиях.

Во время Второй мировой войны прогресс в области автоматики и радиоэлектроники привёл к появлению первых

серийных управляемых боеприпасов — немецких крылатых ракет V-1, которые, хотя и не были дронами в современном понимании, воплощали ту же логику: автономный полёт к цели по инерциальной системе с последующим поражением объекта.

После войны развитие реактивной авиации и ракетной техники на время отодвинуло интерес к лёгким беспилотным аппаратам на второй план, однако именно в этот период закладывались фундаментальные принципы, определившие будущее дронов: миниатюризация электроники, совершенствование систем телеметрии и управления, а также понимание ценности БПЛА как относительно дешёвого и безопасного средства для решения задач, сопряжённых с высоким риском для пилотируемой авиации.

В 1950–1960-е годы американские и советские инженеры активно экспериментировали с разведывательными беспилотниками для ведения воздушной разведки над территорией противника, используя их для сбора данных там, где применение пилотируемых самолётов было слишком опасным; эти аппараты оснащались фотокамерами и системами передачи данных, а их конструкция учитывала необходимость минимизации заметности и увеличения дальности полёта.

К 1970–1980-м годам технологии достигли такого уровня, что беспилотники перестали быть экспериментальными игрушками и начали восприниматься как полноценный элемент военной доктрины. Ключевым фактором этого пере-

хода стала конвергенция сразу нескольких технологических направлений: миниатюризация электроники позволила размещать на компактных аппаратах телекамеры и системы передачи видеосигнала в реальном времени, развитие микроконтроллеров повысило надёжность автономного управления, а совершенствование двигателей и топливных систем заметно увеличило продолжительность полёта. Именно эти достижения позволили превратить БПЛА из узкоспециализированных мишеней или редких экспериментальных образцов в инструмент, пригодный для регулярного боевого применения.

Израильские инженеры одними из первых продемонстрировали эффективность малых разведывательных дронов в боевых условиях, используя их для обнаружения и подавления систем ПВО противника, что радикально изменило подход к планированию воздушных операций. Ярким примером стала операция в долине Бекаа в 1982 году: израильские БПЛА «Мастиф» и «Скаут» в связке с ложными целями и ударными средствами вскрыли позиции сирийских зенитных комплексов, передавая видеоизображение в реальном времени и обеспечивая целеуказание для ракет. Впервые беспилотники не просто вели разведку, а стали частью единой системы огневого поражения — они фиксировали работу радаров, наводили на них противорадиолокационные ракеты и затем контролировали результаты ударов. Такой подход позволил нейтрализовать значительную часть враже-

ской ПВО практически без потерь пилотируемой авиации и доказал, что БПЛА способны менять баланс сил на оперативном уровне.

Параллельно развивались и гражданские направления применения беспилотной техники — от аэрофотосъёмки и мониторинга сельскохозяйственных угодий до научных исследований атмосферы, что способствовало удешевлению компонентов и расширению круга разработчиков. В сельском хозяйстве дроны помогали оценивать состояние посевов, выявлять участки с нехваткой влаги или поражённые вредителями, а также контролировать внесение удобрений — это повышало урожайность и снижало издержки. В геодезии и строительстве аэрофотосъёмка с беспилотников позволяла быстро получать точные планы местности и отслеживать ход работ, а в экологии и метеорологии аппараты использовали для замеров качества воздуха, отслеживания лесных пожаров и изучения атмосферных явлений. Благодаря спросу со стороны гражданского сектора рынок электронных компонентов стал более массовым, а технологии — доступнее: цены на микроконтроллеры, датчики и системы связи падали, а инженерные решения, отработанные в военных проектах, активно адаптировались для коммерческих задач.

Этот симбиоз военного и гражданского развития создал мощный импульс для дальнейшей эволюции БПЛА: опыт боевых действий задавал высокие требования к надёжно-

сти и функциональности, а гражданский сектор обеспечивал масштабирование производства и удешевление технологий. В результате к концу 1980-х беспилотники уже рассматривались не как временное решение, а как устойчивая часть как оборонительных, так и наступательных концепций, а их потенциал выходил далеко за рамки разведки — вплоть до корректировки огня, ретрансляции связи и нанесения точечных ударов. Именно эта двойная динамика — боевая эффективность и гражданская востребованность — заложила основу для взрывного роста беспилотных систем в последующие десятилетия.

Стоит отметить, что в то же время в Советской армии на вооружении стояли тысячи БПЛА разного назначения, и их роль уже не сводилась только к разведке. Появились системы, сочетающие разведку, целеуказание и даже ударные возможности (например, Ту-300 «Коршун» задумывался как многоцелевой, с возможностью подвески авиабомб).

К концу XX века миниатюризация микропроцессоров, появление спутниковой навигации GPS и прогресс в области аккумуляторных технологий создали предпосылки для массового распространения дронов, сделав их доступными не только для военных, но и для коммерческих и даже любительских задач; именно в этот период сформировался тот технологический фундамент, который позволил в XXI веке превратить беспилотники в универсальное средство ведения разведки, корректировки огня и точечного поражения

целей, способное действовать как в составе крупных группировок, так и автономно, опираясь на заранее заложенные алгоритмы и инерциальные системы навигации, особенно в условиях подавления внешних каналов связи. Таким образом, путь от первых воздушных шаров с часовыми механизмами до современных дронов-смертников оказался долгим и извилистым, но каждая его веха вносила свой вклад в формирование того облика беспилотной авиации, который сегодня определяет не только характер современных конфликтов, но и уязвимость критически важных объектов инфраструктуры, заставляя пересматривать подходы к их защите и обеспечению безопасности.

Глава 2. «Рождение современных войск БПЛА и контрмер»

Появление тактических дронов в локальных конфликтах конца XX — начала XXI века стало переломным этапом, когда беспилотники из вспомогательных средств разведки окончательно превратились в самостоятельный инструмент тактического влияния. В ходе операции «Буря в пустыне» (1991) американские разведывательные БПЛА впервые массово применялись для постоянного мониторинга поля боя, целеуказания артиллерии и контроля результатов ударов: они круглосуточно «держали» в поле зрения передвижения иракских войск, оперативно передавая данные штабам и ударным самолётам. Ключевую роль в этой кампании сыграли аппараты AAI RQ-2 Pioneer, которые действовали

как в интересах сухопутных войск, так и совместно с ВМС США. С борта линкоров «Миссури» и «Висконсин» эти дроны обеспечивали корректировку огня их гигантских 406-мм орудий, позволяя поражать укреплённые позиции и командные пункты с невиданной ранее точностью.

Помимо этого, Pioneer активно использовались для поиска морских мин и наблюдения за иракскими судами в Персидском заливе, а также для разведки маршрутов, по которым должны были действовать ударные вертолёты AH-64 Apache, снижая риски засад и внезапных огневых поражений.

Для работы непосредственно у линии боевого соприкосновения применялись более лёгкие и компактные системы вроде FQM-151 Pointer. Этот небольшой аппарат весом около 4,5 кг запускался буквально с руки, быстро поднимался на высоту в несколько сотен метров и давал взводным и ротным командирам оперативную картинку местности, помогая вовремя выявлять угрозы, включая замаскированные позиции ПТРК или расчёты зенитных установок.

Важным элементом общей схемы стала и тактика «провокации» ПВО: для вскрытия иракской радиолокационной сети использовались беспилотные мишени BQM-74C Chukar, которые заставляли противника включать радары, после чего по обнаруженным излучающим целям немедленно наносили удары самолёты F-4G Wild Weasel с противорадиолокационными ракетами AGM-88 HARM. При этом беспилот-

ники не только добывали разведданные, но и обеспечивали контроль результатов: сразу после удара они возвращались к цели, фиксировали степень поражения и передавали видеоматериалы в реальном времени, позволяя штабам оперативно оценивать эффективность огневого налёта и при необходимости перенацеливать резервы или планировать повторные атаки. По оценкам военных аналитиков, на протяжении всех шести недель конфликта в воздухе практически постоянно находился хотя бы один БПЛА, что обеспечивало коалиции почти непрерывное визуальное покрытие ключевых участков театра военных действий и радикально сокращало цикл «разведка — принятие решения — удар», делая управление войсками намного более гибким и точным.

Опыт, полученный в «Буре в пустыне», задал вектор дальнейшего развития тактических БПЛА, и уже в конфликтах на Балканах в середине 1990-х годов беспилотная разведка стала обязательной частью планирования операций: дроны фиксировали позиции тяжёлого вооружения и маршруты колонн. Эта тенденция получила дальнейшее развитие к началу 2000-х годов в Афганистане и Ираке, где тактические БПЛА окончательно закрепились как «глаза» передовых подразделений: аппараты вроде RQ-11 Raven весом всего несколько килограммов могли запускаться вручную прямо с позиции взвода и за считанные минуты давать картинку с высоты в сотни метров, позволяя вовремя обнаружить засаду или передвижения противника. Параллельно шло рас-

ширение функциональных возможностей беспилотников — появление ударных платформ, прежде всего MQ-1 Predator, который с середины 1990-х развивался как разведывательно-ударный комплекс и в 2002 году впервые применил ракеты Hellfire по наземной цели, означало, что один и тот же аппарат теперь способен не только обнаружить, но и немедленно поразить цель, радикально сократив цикл «разведка — удар».

С началом специальной военной операции массовое применение беспилотных летательных аппаратов обеими сторонами конфликта началось не сразу. В первые месяцы подразделения Министерства обороны РФ столкнулись с дефицитом специализированных систем, однако это не остановило развитие воздушной разведки и ударных возможностей на тактическом уровне. Подразделения использовали БПЛА инициативно: военнослужащие самостоятельно адаптировали имеющиеся в войсках комплексы (такие как «Орлан-10», «Элерон» и разведывательные Supercam) под конкретные боевые задачи, зачастую действуя на опережение штатных инструкций. На момент старта СВО в российской армии остро не хватало беспилотников. Например, на одну дивизию по штату полагалась всего одна рота БПЛА — и в ней было буквально пара аппаратов. А на уровне роты и батальона вообще не было ни специалистов по БПЛА, ни самих дронов. Отчасти это объяснялось доктринальным отставанием: долгое время в военном планировании не делали такого акцента

на массовой тактической беспилотной авиации.

Этот резкий рост роли дронов потребовал принципиально новой организации войск: началось формирование специализированных подразделений, где обязанности чётко разделялись между операторами, аналитиками и инженерами. Операторы БПЛА стали отдельной воинской специальностью: их готовили не как лётчиков, а как специалистов по управлению аппаратами в условиях помех, ограниченной видимости и плотной городской застройки; ключевыми навыками стали чтение видеопотока в реальном времени, работа с телеметрией, оценка угроз и принятие решений в условиях дефицита времени. Аналитики, обрабатывающие собранные дронами данные, отвечали за выявление скрытых закономерностей — от распознавания типов техники по теням и тепловым сигнатурам до построения маршрутов патрулирования противника на основе повторяющихся перемещений; именно они превращали «сырую» картинку в целеуказание и рекомендации для командиров. Инженерный состав обеспечивал эксплуатацию парка дронов в полевых условиях: от сборки лёгких тактических аппаратов и замены модулей полезной нагрузки до ремонта электроники и настройки каналов связи в условиях радиоэлектронного противодействия. Постепенно штаты подразделений дополнились специалистами по кибербезопасности, отвечавшими за защиту каналов управления от перехвата и спуфинга, и техниками по аккумуляторным системам, поскольку продолжитель-

ность полёта и скорость развёртывания во многом определялись именно состоянием батарей и зарядной инфраструктуры. Так в армиях России и Украины, а также перенимающих их опыт государств, появились полноценные «войска БПЛА» — не просто набор техники, а устойчивая организационная структура с собственной тактикой, логистикой и системой подготовки кадров.

Параллельно с ростом возможностей беспилотников столь же стремительно развивались и средства противодействия: от простых зенитных установок до первых специализированных комплексов радиоэлектронной борьбы — того, что мы сегодня знаем под аббревиатурой РЭБ. На начальном этапе основным способом борьбы оставались традиционные средства ПВО малой дальности и зенитные пулемётные установки, которые пытались поражать дроны визуально или по звуку; однако малые размеры, низкая высота полёта и малая радиолокационная заметность тактических БПЛА делали такие методы крайне неэффективными.

В войсках РФ на ранних этапах активно действовали, например, зенитные ракетно-пушечные комплексы «Панцирь-С1», сочетавшие ракетное вооружение и скорострельные пушки — они были рассчитаны на поражение малоразмерных и низколетящих целей и потому стали одним из ключевых средств прикрытия тыловых объектов и колонн. Для ближней зоны обороны широко применялись пушечно-пулемётные системы вроде ЗУ-23-2: их высокая скорострель-

ность позволяла создавать плотную огневую завесу, а мобильность — быстро развёртывать установки на угрожаемых направлениях. Параллельно в подразделениях всё чаще использовали переносные зенитные ракетные комплексы типа «Игла» и «Верба»: хотя изначально они создавались для борьбы с вертолётами и самолётами, в условиях массового применения малых дронов их адаптировали для поражения БПЛА, особенно на средних высотах.

По мере нарастания угрозы всё большее значение приобретали средства радиоэлектронного подавления: в войсках получили распространение мобильные комплексы РЭБ «Леер-3», построенные на базе беспилотников и способные ставить помехи в диапазонах управления и навигации дронов противника, а также более универсальные станции вроде «Красуха-4», перекрывавшие широкий спектр частот и позволявшие дезорганизовывать работу разведывательных и ударных БПЛА на значительных дистанциях. Кроме того, на тактическом уровне активно применялись переносные средства — антидроновые ружья типа «Ступор» и аналогичные системы, позволявшие оперативно подавлять каналы управления одиночными аппаратами в непосредственной близости от позиций. Со временем эти разнородные средства начали объединять в эшелонированную систему: на дальних рубежах работали крупные комплексы РЭБ, на средних — зенитные ракетные и пушечные системы, а на ближней дистанции — лёгкие переносные подавители и стрелковое во-

оружие, что позволило заметно повысить эффективность противодействия массированным налётам дронов.

Следующим шагом стало применение переносных зенитных ракетных комплексов (ПЗРК) против более крупных аппаратов, но и здесь выявились проблемы: ПЗРК рассчитаны на крупные, теплоконтрастные цели вроде самолётов и вертолётов, а небольшие дроны с электрическими двигателями почти не излучают тепла, из-за чего головки самонаведения часто не могли их захватить. Поэтому всё большее значение приобретали радиоэлектронные методы: появились первые мобильные станции постановки помех, способные подавлять каналы управления и навигации дронов, а также системы, целенаправленно глушившие сигналы GPS/ГЛОНАСС, чтобы лишить аппарат возможности точно определять своё местоположение.

При этом задел для таких технологий начал формироваться ещё в конце 1990-х — начале 2000-х: тогда закладывались принципы, на которых позже построили современные комплексы РЭБ. Уже тогда шли работы над системами, способными не просто «забивать» эфир, а действовать точечно: пеленговать источник сигнала, анализировать протокол управления и ставить прицельные помехи в узком диапазоне частот. Такой подход позволял выводить из строя канал конкретного дрона и при этом не мешать работе собственных средств связи.

Со временем эти наработки легли в основу более совер-

шенных решений, а параллельно развивались и методы пассивного обнаружения — без активного излучения, чтобы не выдавать свои позиции. Радиоразведка фиксировала передачу видеопотока и телеметрии с борта дрона: по этим сигналам можно было не только понять, где находится аппарат, но и примерно оценить, что он делает. Дополняли картину акустические датчики, улавливавшие характерный шум винтов: для небольших тактических дронов этот звук нередко становился их главной выдающей деталью. Такая связка — радиоразведка плюс акустика — позволяла обнаруживать угрозу задолго до того, как дрон попадал в поле зрения, и заранее готовить меры противодействия.

За время проведения СВО на Украине сложилась новая тактическая реальность: с одной стороны, компактные и относительно недорогие тактические дроны стали массовым инструментом разведки, целеуказания и даже поражения целей, доступным даже небольшому подразделению; с другой — противник отвечал развитием эшелонированной системы защиты, где классические огневые средства дополнялись средствами радиоэлектронной борьбы, пассивной разведки и специализированными подразделениями. Эта взаимная «гонка» возможностей и контрмер не только изменила облик будущих локальных конфликтов, но и заложила основы современной концепции сетецентрических боевых действий, где способность контролировать воздушное пространство на малых высотах и противостоять беспилотным

угрозам стала одним из ключевых факторов успеха.

Глава 3. «От поля и стройки до применения в бою: как гражданские дроны обрели новое предназначение»

В коммерции дроны быстро нашли своё место, заняв сразу несколько перспективных ниш и словно подтверждая, что небо готово служить самым разным целям. В сельском хозяйстве агродроны, оснащённые мультиспектральными камерами, стали незаменимыми помощниками: они позволяют фермерам точно оценивать состояние посевов, выявлять очаги болезней и нашествия вредителей задолго до того, как проблема станет очевидной с земли. С их помощью удобрения и средства защиты растений вносятся с ювелирной точностью — это не только экономит ресурсы, но и повышает урожайность, превращая поле в пространство, где каждое решение опирается на данные.

В строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве беспилотники взяли на себя одну из самых непростых задач — инспекцию труднодоступных участков. Крыши, фасады, линии электропередач, мосты и башни — всё, куда человеку подниматься долго, дорого и порой опасно, дрон обследует за считанные минуты. Он замечает трещины, протечки и другие дефекты на самых ранних стадиях, когда их ещё можно устранить без масштабных последствий. Логистические компании осторожно, но настойчиво экспериментируют с доставкой небольших грузов, пытаясь приручить небо.

А киностудии и медиа давно приняли дроны как полноправных участников творческого процесса: кадры с воздуха стали стандартом не только для художественных проектов, но и для рекламы недвижимости, репортажей и документальных съёмок — ведь именно с высоты раскрывается подлинный масштаб и красота любого пространства. Даже в спасательных операциях эти аппараты всё чаще становятся первыми, кто приходит на помощь: тепловизоры на их борту способны разглядеть человека в густом лесу или под завалами там, где наземный поиск буксует, а время играет против жизни.

Но у этой технологической революции есть и другая сторона — та, где небо из пространства возможностей превращается в поле угроз. Тяжёлые сельскохозяйственные гексакоптеры, изначально созданные для помощи аграриям, в новых условиях обрели иное предназначение. Переоборудованные и оснащённые дополнительными системами, они стали носителями нагрузки, способной причинить серьёзный ущерб.

Ярким примером адаптации гражданской техники к боевым условиям стал дрон, получивший прозвище «Баба Яга». Изначально это были тяжёлые промышленные гекса- и октокоптеры, созданные для аграрных работ: они отличались значительной грузоподъёмностью и надёжной навигацией — качествами, востребованными при обработке полей. В ходе конфликта аппараты подверглись серьёзной переделке и обрели новую, куда более мрачную роль — их стали использо-

вать как ночные бомбардировщики.

Ключевыми элементами модернизации стали терминалы спутниковой связи Starlink и тепловизионные системы. Машины способны нести полезную нагрузку массой от 7 до 20 килограммов, а в отдельных модификациях — до 30 килограммов. В качестве боеприпасов применяются миномётные снаряды, кумулятивные гранаты РКГ-3 и противопехотные мины: их сбрасывают с высоты до 500 метров, выбирая для вылетов преимущественно тёмное время суток. Дрон используется ВСУ для сброса снарядов на позиции российских войск, объекты гражданской инфраструктуры и даже на пытающихся эвакуировать раненых спасателей.

Фольклорное прозвище аппарат получил из-за характерного гула, который создают вращающиеся пропеллеры. Тактика его применения строится на скрытности: сравнительно невысокая скорость — 30–40 км/ч — в сочетании с полётами на сверхмалой высоте и в тёмное время суток существенно затрудняет визуальное обнаружение дрона. При этом подобные машины остаются уязвимыми для целенаправленного противодействия: их удаётся своевременно выявлять с помощью тепловизионных прицелов, а для перехвата эффективно применяют специализированные FPV-дроны.

В этом и заключается парадокс тактики: именно неспешное, почти незаметное движение позволяет аппарату оставаться вне поля зрения многих систем контроля. И на этом контрасте особенно отчётливо проступает двойственность

технологии: машина, изначально спроектированная для бережного ухода за урожаем, способна служить совершенно иным целям. Граница между созиданием и разрушением здесь оказывается тоньше, чем может показаться на первый взгляд.

Для любителей дрон — прежде всего способ увидеть мир с необычного ракурса. Фотографы, блогеры, путешественники и просто энтузиасты поднимаются в небо, чтобы запечатлеть пейзажи, городские панорамы и спортивные события, которые с земли выглядят совсем иначе. Доступность обучающих материалов и интуитивно понятных приложений сделала управление дронами посильным даже для новичков, а сами аппараты год от года становятся всё более автономными. Современные модели умеют облетать препятствия, удерживаться в заданной точке по GPS, следовать за движущимся объектом и возвращаться на точку старта при потере сигнала — словно маленький летающий помощник, который старается уберечь себя и своего оператора от неприятностей. Количество частных владельцев БПЛА ежегодно растёт, и вместе с этим множатся проблемы, связанные с их использованием.

Одна из самых острых — несанкционированные полёты в зонах, где они запрещены или требуют специального разрешения. Дроны всё чаще оказываются вблизи аэропортов, над крупными спортивными и культурными мероприятиями, в районах стратегических объектов, и каждый такой слу-

чай напоминает о хрупкости баланса между свободой полёта и безопасностью. Даже небольшой аппарат, попавший в турбину самолёта или нарушивший работу критически важной инфраструктуры, способен привести к тяжёлым последствиям. И если для гражданского пилота риск чаще всего ограничивается штрафом или аварией, то в руках тех, кто сознательно использует технологию во вред, тот же самый дрон становится инструментом, стирающим грань между полем боя и мирной жизнью.

Не менее серьёзной проблемой стало вторжение в частную жизнь. Компактные дроны с качественными камерами могут вести съёмку над частными домами, дачами и участками, фактически нарушая право на неприкосновенность жилища. В судебной практике разных стран уже накопилось немало прецедентов, когда владельцев аппаратов привлекали к ответственности за подобные действия. Но опасность не только в самом факте съёмки: видеоматериалы, полученные без согласия людей, могут быть использованы в недобросовестных целях — от шантажа до создания компрометирующего контента. Отдельную угрозу представляют кадры, снятые вблизи объектов, имеющих значение для безопасности: промышленных предприятий, транспортных узлов, энергетических объектов. Даже если намерения оператора были самыми нейтральными, такие материалы, оказавшись в открытом доступе, могут стать источником данных для злоумышленников. Наконец, сами дроны всё чаще ста-

новятся инструментом противоправной деятельности: с их помощью доставляют запрещённые предметы, сбрасывают небольшие грузы в закрытые зоны, тюрьмы для организации побегов или передачи средств связи заключенным. В отдельных случаях используют для разведки перед совершением преступлений. Опыт последних лет наглядно демонстрирует, как стремительно любая бытовая технология способна обрести новое, куда более мрачное предназначение — зачастую даже за пределами зоны боевых действий, дроны несут нешуточную угрозу.

По мере того, как дроны становились массовым явлением, государства начали выстраивать систему регулирования, чтобы сбалансировать развитие технологий и безопасность граждан. В России, например, действует учёт беспилотников: аппараты массой от 150 граммов подлежат обязательной регистрации в Росавиации. Для полётов в ряде зон требуется получение разрешений, а в некоторых регионах действуют дополнительные ограничения, в том числе временные, продиктованные необходимостью обеспечить безопасность. Правила полётов устанавливают чёткие рамки: как правило, дроны должны находиться в пределах прямой видимости оператора, на высоте, не превышающей установленные нормы, и вне диспетчерских зон аэропортов. Вблизи стратегически важных объектов полёты часто полностью запрещены. Для коммерческой съёмки и авиационных работ — например, аэрофотосъёмки в профессиональных целях — требу-

ются дополнительные согласования, а в ряде случаев — и сертификация оператора.

На международном уровне также формируются общие подходы к интеграции беспилотников в общее воздушное пространство. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) разрабатывает рекомендации, включающие требования к системам идентификации (аналог Remote ID), защите каналов связи и процедурам реагирования на инциденты. Отдельные страны вводят собственные стандарты. Где-то основной упор делают на технические решения — например, геозоны, которые не позволяют дрону залетать в запрещённые районы, — а где-то — на административную и уголовную ответственность за нарушения.

Важным направлением становится просвещение пользователей. Производители всё чаще встраивают в приложения предупреждения о запретных зонах, а регуляторы проводят информационные кампании, объясняя, где и как можно летать, какие документы нужны для коммерческих полётов и как избежать нарушений. В долгосрочной перспективе развитие «умного» воздушного пространства предполагает не только жёсткие запреты, но и цифровые платформы, где пилоты смогут быстро согласовывать маршруты, получать актуальные данные о временных ограничениях и взаимодействовать с органами управления воздушным движением.

Таким образом, приход дронов в повседневность — это не просто история технологического прорыва, а сложный,

многослойный процесс, в котором каждое достижение несёт в себе и новые возможности, и новые вызовы. Баланс между инновациями и защитой интересов общества становится ключевой задачей для законодателей, бизнеса и самих пользователей. Ведь любая технология по своей природе двойственна, и граница между мирным фермерским коптером, заботливо облетающим поле, и машиной, несущей угрозу, сегодня проходит не в конструкции аппарата и даже не в его характеристиках, а в выборе того, кто держит в руках пульт управления.

Применение гражданских БПЛА в зоне СВО на Украине

В ходе конфликта обе стороны активно задействовали гражданские беспилотники, адаптируя их под военные задачи: разведку, корректировку огня и ударные функции.

Со стороны ВСУ широко применялись дроны серии DJI Mavic (например, Mavic 3, Mavic 3T). Их использовали для тактической разведки: пехота и артиллерия получали с них видео в реальном времени для целеуказания. Кроме того, такие коптеры модифицировали — к ним крепили осколочные гранаты или самодельные боеприпасы для сброса на позиции противника. Позже в арсенале появились и другие решения: украинский «Лелека-100» (дальняя разведка, до 100 км), а также FPV-дроны-камикадзе. Отмечалось, что для устойчивости связи в условиях работы средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) иногда применялись терминалы спутниковой

связи вроде Starlink.

ВС РФ тоже массово перешли на гражданские модели. Помимо FPV-дронов (которые стали эффективным средством поражения бронетехники, пехоты, пунктов наблюдения и складов), в разведке и для других задач использовали различные гражданские квадрокоптеры. Отдельно стоит упомянуть адаптацию более крупных гражданских аппаратов — например, сельскохозяйственных агродронов. Их применяли для сброса небольших бомб или дистанционного минирования.

Важный практический нюанс: чтобы повысить устойчивость к средствам радиоэлектронной разведки противника, операторы нередко перепрошивали гражданские дроны — например, отключали функцию DronID, которая по умолчанию транслировала GPS-координаты, высоту и серийный номер.

При этом со временем возникли логистические сложности. Так, в 2024–2025 годах Китай начал последовательно ограничивать экспорт гражданских дронов двойного назначения, что затронуло поставки DJI в зону конфликта. Обе стороны в ответ искали обходные пути: закупали технику через третьи страны или наращивали локальную сборку FPV-дронов из импортных комплектующих.

Такой подход — превращение массовых гражданских устройств в инструмент боя — стал одной из характерных черт современного этапа конфликта. Таким образом, кон-

фликт стал катализатором развития беспилотных технологий, где гражданские разработки получили новое военное применение. Этот опыт наглядно показал, как современные технологии двойного назначения изменили характер современных боевых действий, что подробно рассматривается в следующей части.

Часть 2. Глава 4. Применение дронов в бою

Развитие беспилотных технологий достигло такого уровня, что их применение в военных целях стало не просто возможным, а определяющим фактором современных конфликтов. Анализ практического опыта использования БПЛА показывает, как теоретические разработки воплощаются в реальные боевые действия

Во второй части мы подошли к опыту непосредственного применения дронов в условиях современной войны. Разведка и целеуказание с помощью БПЛА давно перестали быть вспомогательным элементом боевых действий — сегодня, в зоне проведения СВО это полноценный этап подготовки удара, способный определять исход операции. Одиночный дрон в этой схеме действует как точечный инструмент: он способен детально обследовать ограниченный сектор, зафиксировать положение техники или инфраструктуры, передать координаты и даже подсветить цель для последующего огневого воздействия. Оснащение такого аппарата включает оптические камеры высокого разрешения, позволяющие различать мелкие детали на местности, тепловизионные

модули, которые выявляют объекты по тепловому следу даже в условиях маскировки или ночью, лазерные дальномеры для точного определения дистанции и, в отдельных случаях, радары с синтезированной апертурой, способные «видеть» сквозь дым, листву или лёгкую облачность. Данные, собранные одиночным дроном, поступают оператору в режиме реального времени либо записываются для последующего анализа, формируя чёткую картину обстановки на конкретном участке. При этом уязвимость такого аппарата остаётся высокой: он представляет собой относительно заметную цель для средств обнаружения, а его уничтожение или подавление каналов связи способно полностью сорвать цикл целеуказания.

Когда же вместо одного дрона в работу включается рой, характер разведывательной задачи меняется кардинально. Групповое применение аппаратов позволяет не просто увеличить площадь покрытия, а выстроить многоуровневую систему сбора данных, где каждый элемент выполняет свою функцию: одни дроны ведут оптическую съёмку, другие сканируют территорию в инфракрасном диапазоне, третьи выступают в роли ретрансляторов, обеспечивая устойчивую связь даже в сложной помеховой обстановке. За счёт распределения задач рой способен одновременно контролировать обширные районы, оперативно выявлять изменения обстановки и формировать целостную картину практически без «слепых зон». Важную роль здесь играют алгоритмы коллек-

тивного принятия решений: при обнаружении цели один из аппаратов передаёт её параметры остальным, после чего система автоматически определяет, какой именно дрон возьмёт на себя финальное целеуказание, а какие продолжат разведку или создадут отвлекающий манёвр. Такая гибкость делает рой устойчивым к потере отдельных единиц — даже при выведении из строя части аппаратов оставшиеся способны завершить задачу, перераспределив нагрузку.

Особую опасность представляет способность роя не просто фиксировать цели, а динамически ранжировать их по приоритету. Встроенные алгоритмы машинного зрения позволяют аппаратам отличать военную технику от гражданских объектов, распознавать типы вооружения по характерным признакам, отслеживать перемещение колонн и прогнозировать их дальнейшее движение. На практике это означает, что цикл от обнаружения до удара сокращается до считанных минут: данные не требуют длительной обработки оператором, а сразу передаются в огневые контуры. Кроме того, рой может намеренно создавать избыточную нагрузку на системы ПВО и радиоэлектронной борьбы противника, одновременно вводя в зону ответственности десятки целей, часть из которых — ложные. В такой ситуации обороняющаяся сторона вынуждена распылять ресурсы, пытаясь реагировать на все угрозы, что снижает эффективность защиты и открывает окно возможностей для нанесения точечных ударов.

Ещё одним фактором, усиливающим угрозу, становится интеграция разведывательных данных с внешними системами управления. Информация, собранная роем, может напрямую поступать в контуры целераспределения артиллерии, ракетных комплексов или авиации, формируя единый разведывательно-ударный цикл. При этом дроны способны не только указывать местоположение цели, но и корректировать огонь в реальном времени, фиксируя разрывы и передавая поправки. В условиях активного радиоэлектронного противодействия такая схема становится особенно эффективной за счёт децентрализации: даже если часть каналов связи будет подавлена, отдельные аппараты смогут продолжать работу автономно, опираясь на заранее загруженные алгоритмы и локальные данные.

Таким образом, переход от одиночных разведывательных миссий к скоординированным действиям роя радикально меняет баланс сил на поле боя. Если раньше сбор данных был относительно медленным и уязвимым процессом, требующим тщательной защиты носителя информации, то сегодня он превращается в быстрый, масштабируемый и устойчивый к противодействию механизм, способный не только выявлять цели, но и практически мгновенно переводить их в категорию поражаемых объектов. Именно эта способность трансформировать разведку в удар в минимальные сроки делает роевые технологии одним из наиболее серьёзных вызовов для современных систем обороны.

Сброс боеприпасов, зажигательных устройств, химикатов

Сброс боеприпасов с БПЛА — один из самых распространённых и при этом технологически доступных способов превращения разведывательного аппарата в ударный. Даже относительно простые коммерческие дроны, изначально созданные для съёмки или мониторинга, способны нести небольшие грузы: осколочно-фугасные боеприпасы, самодельные взрывные устройства, зажигательные элементы. Механизм сброса может быть примитивным — механический замок, управляемый по радиоканалу, либо более сложным, с интеграцией в систему управления полётом и расчётом баллистики падения. Ключевое преимущество такого подхода — гибкость: один и тот же аппарат можно использовать сначала для разведки, а затем, при обнаружении цели, применить как носитель боеприпаса. При этом точность удара во многом зависит от высоты сброса, скорости дрона и учёта метеоусловий; современные системы нередко включают простые баллистические калькуляторы, которые автоматически рассчитывают точку сброса, чтобы боеприпас упал в нужную координату.

Зажигательные устройства, сбрасываемые с дронов, несут особую угрозу не только военным объектам, но и инфраструктуре, а также природной среде. В качестве зажигательных элементов применяют как промышленные составы, так и кустарные смеси на основе термита, фосфора или горю-

чих жидкостей в легко разрушаемой таре. Такие боеприпасы эффективны против складов ГСМ, ангаров, техники под открытым небом, а также способны вызывать масштабные пожары в лесополосах или на сухой растительности. Особенность зажигательных атак — не столько прямое уничтожение цели, сколько создание вторичных поражающих факторов: сильного задымления, затрудняющего работу систем наблюдения и эвакуацию, а также теплового воздействия, выводящего из строя незащищённое оборудование. При массовом применении дронов с зажигательными зарядами возможно целенаправленное формирование «огненного вала» или одновременное поджигание нескольких объектов, что перегружает противопожарные службы и затрудняет локализацию очагов.

Использование дронов для сброса химикатов представляет собой отдельную категорию угроз, отличающуюся высокой степенью скрытности и сложностью реагирования. В этом сценарии беспилотники могут доставлять как токсичные вещества промышленного происхождения, так и специально подготовленные составы, распыляя их над ограниченной территорией либо сбрасывая в ёмкостях, рассчитанных на разрушение при ударе. Опасность здесь заключается не только в непосредственном поражении личного состава или населения, но и в необходимости проведения длительных и ресурсоёмких мероприятий по дегазации, а также в панике и нарушении работы объектов из-за подозрений на химиче-

скую атаку. Даже ложные сообщения о применении химикатов способны вызвать эвакуацию, остановку производства и сбои в логистике, что само по себе становится элементом гибридного воздействия. При этом малые габариты и низкая заметность дронов позволяют им проникать в охраняемые зоны на небольшой высоте, минуя традиционные рубежи контроля и зоны воздействия ПВО.

В роевой тактике применение сбросов приобретает качественно иной масштаб. Одновременный сброс десятков боеприпасов с разных направлений способен создать эффект внезапного огневого налёта, который трудно парировать даже при наличии развитой системы ПВО. Рой может распределять типы боеприпасов по целям: одни аппараты несут осколочные заряды для поражения живой силы, другие — зажигательные смеси для вывода из строя техники, третьи — средства постановки помех или ложные цели. Такая дифференциация позволяет не просто наносить урон, а целенаправленно нарушать функционирование объекта: вывести из строя узлы связи, блокировать подъездные пути, создавать очаги возгорания в критических точках. Кроме того, рой способен вести «каскадные» или «волновые» атаки: первая волна сбрасывает боеприпасы для подавления средств ближней обороны, вторая — поражает основные цели, третья — добивает уцелевшие элементы или препятствует аварийно-восстановительным работам.

Важным фактором остаётся доступность технологий: схе-

мы подвесок, чертежи креплений и инструкции по адаптации дронов широко распространены, а сами боеприпасы могут быть упрощёнными и серийными либо кустарными, что затрудняет прогнозирование номенклатуры угроз. При этом развитие микроэлектроники и систем стабилизации позволило применять сбросы даже с лёгких аппаратов массой в несколько килограммов, что делает такую тактику крайне массовой и трудноконтролируемой. В совокупности сброс боеприпасов, зажигательных устройств и химикатов с БПЛА, особенно в рамках скоординированных действий роя, формирует многоуровневую угрозу, способную поражать как точечные объекты, так и инфраструктуру, одновременно воздействуя на личный состав, технику и систему реагирования противника. Именно поэтому защита от таких атак требует не только технических решений, но и комплексного подхода, включающего раннее обнаружение, подавление каналов управления, физическое перекрытие зон сброса и подготовку расчётов к быстрому реагированию на комбинированные поражающие факторы.

Таранные атаки, использование дронов как камикадзе

Таранные атаки на СВО и применение дронов в роли камикадзе представляют собой один из наиболее прямолинейных, но при этом крайне эффективных способов боевого использования БПЛА. В основе этой тактики лежит отказ от сложного механизма сброса: вместо того чтобы отделять бо-

е припас, сам аппарат становится поражающим элементом. Его фюзеляж, усиленный боевой частью, направляется прямо на цель, а детонация происходит либо при прямом контакте, либо по команде в непосредственной близости от объекта. Такой подход радикально упрощает конструкцию дрона — ему не нужны сложные узлы подвески, механизмы отсечения или баллистические расчёты. Достаточно надёжной системы навигации, устойчивого канала связи (либо автономной логики) и достаточного запаса топлива для достижения цели. Именно эта технологическая простота делает дроны-камикадзе массовым инструментом: их можно производить в больших количествах, быстро развёртывать и применять даже при ограниченных ресурсах.

Ключевым фактором эффективности таранной атаки выступает сочетание кинетической энергии аппарата с мощностью боевой части. Даже относительно лёгкий дрон при скорости в сотни километров в час способен нанести серьёзные повреждения за счёт самого удара, а подрыв заряда в момент контакта многократно усиливает поражающий эффект. Особенно уязвимы перед такими ударами объекты с ограниченной бронезащитой: командные пункты в лёгких постройках, узлы связи, транспортные средства, склады без капитальных перекрытий, а также техника, расположенная на открытых площадках. При этом точность попадания здесь становится критическим параметром: в отличие от площадного воздействия, камикадзе должен поразить конкретную точку, чтобы

добиться максимального результата. Именно поэтому современные дроны такого класса оснащаются системами терминального наведения — оптическими, тепловизионными или комбинированными, которые позволяют аппарату самостоятельно распознавать цель на финальном участке траектории и корректировать курс для прямого удара.

В роевой тактике применение дронов-камикадзе приобретает дополнительные измерения. Одновременный налёт множества аппаратов вынуждает обороняющуюся сторону распределять ресурсы ПВО и РЭБ по множеству целей, что снижает вероятность перехвата каждого отдельного дрона. Более того, рой может использовать дифференцированный подход: часть аппаратов выполняет роль ложных целей или отвлекающих объектов, провоцируя срабатывание систем защиты, в то время как другие, менее заметные или летящие по сложным траекториям, прорываются к ключевым объектам. Возможна и каскадная схема атаки: первая волна дронов подавляет ближние рубежи обороны, вторая — поражает основные цели, а третья добивает уцелевшие элементы или препятствует восстановительным работам. Такая последовательность действий позволяет не просто нанести разовый урон, а системно парализовать функционирование объекта, лишая его возможности быстро вернуть боеспособность.

Отдельного внимания заслуживает способность дронов-камикадзе действовать в условиях активного радиоэлек-

тронного противодействия. Если традиционные ударные системы сильно зависят от устойчивой связи с оператором или спутниковой навигации, то современные аппараты этого класса всё чаще оснащаются автономными контурами управления. На маршевом участке они могут использовать инерциальные системы и заранее загруженные карты местности, а на финальном — переходить на оптическое наведение, которое не подвержено подавлению средствами РЭБ. Это делает их особенно опасными в сценариях, где противник активно глушит каналы связи и искажает навигационные сигналы: дрон продолжает движение и поражает цель, даже полностью «ослеплённый» внешними помехами.

Ещё одной особенностью таранных атак является их психологическое и организационное воздействие. Постоянная угроза прорыва дронов-камикадзе вынуждает обороняющихся пересматривать привычные схемы размещения техники и личного состава, вводить дополнительные рубежи контроля, усиливать маскировку и рассредоточение. Это увеличивает нагрузку на логистику, требует большего количества персонала для наблюдения и реагирования, а также приводит к росту утомляемости расчётов, вынужденных находиться в постоянной готовности. Кроме того, сам факт массового применения аппаратов, изначально спроектированных как одноразовые, демонстрирует принципиально иной подход к балансу «стоимость — эффективность»: цена одного дрона может быть существенно ниже стоимо-

сти поражаемого им объекта или ракеты ПВО, что делает такую тактику экономически выгодной даже при частичной эффективности.

Таким образом, таранные атаки и использование дронов в качестве камикадзе — это не просто упрощённый вариант удара, а самостоятельная тактическая концепция, сочетающая технологическую доступность, высокую поражающую способность и устойчивость к противодействию. В сочетании с роевой тактикой и автономными системами наведения такие аппараты становятся одним из ключевых инструментов современной войны, способным не только наносить прямой урон, но и системно нарушать работу объектов противника, вынуждая его тратить значительные ресурсы на защиту и восстановление. Именно поэтому противодействие этой угрозе требует комплексного подхода: от раннего обнаружения и радиоэлектронного подавления до кинетического перехвата и физической защиты критически важных элементов инфраструктуры.

Электронные угрозы: глушение связи, подмена сигналов, кибератаки через каналы управления

Электронные угрозы, связанные с подавлением каналов связи, подменой навигационных сигналов и кибератаками на системы управления БПЛА, формируют отдельный, крайне опасный вектор воздействия — он не требует прямого физического поражения дрона, но способен полностью лишить его боеспособности или даже обратить против собственных

сил. Глушение связи — наиболее распространённый и технически доступный метод: с помощью направленных или площадных передатчиков противник создаёт помехи в диапазонах, используемых для передачи команд управления и телеметрии. В результате оператор теряет возможность корректировать полёт, менять задачу или возвращать аппарат; дрон либо переходит в заранее заданный режим (например, возврат на точку старта или аварийное приземление), либо теряет управление и становится неуправляемым. Эффективность глушения во многом зависит от мощности передатчика, расстояния до цели и особенностей конструкции дрона — некоторые аппараты изначально проектируются с учётом работы в условиях помех и имеют резервные каналы или автономные алгоритмы, позволяющие продолжать выполнение задачи даже при потере связи.

Подмена сигналов, в первую очередь спутниковой навигации (так называемый спуфинг), представляет собой более изощрённую угрозу: вместо простого подавления система противника транслирует ложные координаты, заставляя дрон «думать», что он находится в другой точке пространства. Последствия могут быть разными: аппарат может начать отклоняться от маршрута, пытаться «вернуться домой» в ложной системе координат или даже направиться в заранее подготовленную зону, где его проще перехватить или уничтожить. Особенно опасны сценарии, при которых спуфинг сочетается с глушением — в такой ситуации

дрон не только получает неверные данные, но и не может проверить их достоверность или запросить повторную передачу. Для противодействия подобным атакам применяются инерциальные навигационные системы, способные некоторое время сохранять ориентацию без внешних сигналов, а также мультисистемные приёмники, анализирующие данные сразу от нескольких спутниковых группировок и выявляющие аномалии. Кроме того, перспективным направлением считается внедрение криптографической защиты навигационных сообщений и алгоритмов оценки целостности сигнала, позволяющих отсеивать ложные данные ещё до их использования в управлении.

Кибератаки через каналы управления открывают ещё один уровень риска: если система связи недостаточно защищена, злоумышленник может не просто заглушить её, а перехватить контроль над дроном. Это возможно при использовании слабых протоколов аутентификации, незашифрованного трафика или уязвимостей в программном обеспечении бортового компьютера. В таком случае противник способен не только остановить аппарат или направить его в безопасную зону, но и использовать его для разведки в своих интересах либо даже превратить в оружие, перенаправив на дружественные объекты. Угроза особенно актуальна для коммерческих и полупрофессиональных платформ, где вопросы кибербезопасности нередко уступают место стоимости и простоте эксплуатации. В военных системах для защиты при-

меняют многоуровневую архитектуру: шифрование команд, проверку цифровой подписи обновлений, сегментацию сетей и жёсткие ограничения на доступ к управлению. Важную роль играет и физическая изоляция критических контуров — например, отсутствие беспроводного подключения к внешним сетям на этапе подготовки полётного задания.

В рамках роевой тактики электронные угрозы приобретают дополнительную разрушительную силу за счёт масштаба и синергии. Одновременное воздействие на десятки аппаратов способно не только подавить их управление, но и перегрузить системы мониторинга и анализа, затрудняя оценку ситуации и принятие решений. Более того, часть дронов может использоваться как «электронные приманки»: они намеренно излучают сигналы в характерных диапазонах, провоцируя противника на активацию средств РЭБ, тем самым раскрывая позиции его комплексов и создавая окно возможностей для других аппаратов, действующих в пассивном режиме. Возможна и обратная ситуация: рой сам становится инструментом радиоэлектронного воздействия, создавая плотную помеховую завесу, которая мешает противнику обнаруживать и сопровождать отдельные цели, снижая эффективность его ПВО и систем наведения.

Особую сложность представляет сочетание электронных угроз с другими видами воздействия. Например, глушение связи может предшествовать таранной атаке дронов-камикадзе: лишив объект возможности своевременно обнару-

жить угрозу или скоординировать защиту, противник резко повышает вероятность успешного удара. Аналогично, спуфинг навигации может использоваться для отвлечения средств ПВО на ложные цели, в то время как основные силы наносят удар по реальным объектам. Кибератаки, в свою очередь, могут быть направлены не только на сами дроны, но и на наземные пункты управления, нарушая координацию подразделений и создавая эффект «слепоты» в критический момент.

Таким образом, электронные угрозы — это не просто вспомогательный инструмент противодействия БПЛА, а самостоятельный и крайне эффективный способ нейтрализации ударных возможностей противника либо, напротив, средство усиления собственной боевой мощи. Их опасность заключается в скрытности, масштабируемости и способности наносить ущерб без прямого контакта, а эффективность многократно возрастает при интеграции с другими видами вооружения и тактических приёмов. Противодействие этим угрозам требует комплексного подхода: от технических решений (шифрование, защита навигации, автономные режимы) до организационных мер (сегментация сетей, контроль доступа, регулярные аудиты безопасности) и тактической подготовки персонала, способного действовать в условиях полного или частичного отказа каналов связи. Именно способность сохранять управляемость и выполнять задачи в условиях активного радиоэлектронного воздействия сегодня

определяет реальную боевую устойчивость любых беспилотных систем.

Дрон Хорнет

Появление на фронте дрона «Хорнет» (от англ. Hornet — «шершень», в российских войсках его прозвали Марсианин-2) стало отражением потребности ВСУ в компактном, скоростном и манёвренном ударном средстве, способном действовать в условиях плотной застройки, сложного рельефа и насыщенной помеховой обстановки, создаваемой многочисленными российскими средствами РЭБ. В отличие от аппаратов, ориентированных прежде всего на противодействие радиоэлектронной борьбе за счёт альтернативных каналов связи, «Хорнет» разрабатывался с упором на скорость реакции, точность выхода на цель и способность работать в составе группы — в том числе в сценариях, где время пребывания в зоне поражения критически мало. Дополнительным фактором его появления у ВСУ, стал безусловный интерес США к практическому испытанию новых типов беспилотников с элементами искусственного интеллекта в реальных боевых условиях.

В этом контексте следует учитывать, что появление на фронте «Шершня» стало возможным благодаря американской технической и финансовой поддержке. Хотя Вашингтон, при нынешней администрации президента Дональда Трампа, позиционирует себя как миротворческую силу, такая помощь фактически способствовала расширению и за-

тягиванию боевых действий, ускорив внедрение новых ударных платформ военно-промышленного комплекса самих США. При этом продвинутые дроны уже используются не только против военных объектов Российской Федерации, но и в прифронтовых районах, где уже есть случаи гибели мирных жителей после их использования.

Конструктивно «Хорнет» представляет собой FPV-дрон сравнительно небольшого размера с усиленной силовой установкой и оптимизированной аэродинамикой. Инженеры сознательно уменьшили поперечное сечение и сделали корпус более обтекаемым, чтобы снизить радиолокационную заметность и повысить устойчивость к боковому ветру. При этом аппарат сохраняет достаточную грузоподъёмность для размещения боевой части, сопоставимой по эффективности с классическими ударными FPV-дронами аналогичного класса. Важной, хотя и не уникальной, особенностью стала модульная компоновка: в зависимости от задачи оператор может выбирать тип полезной нагрузки — от кумулятивной боевой части для поражения бронетехники до осколочно-фугасного варианта для поражения живой силы в укрытиях или полевых укреплениях. Такая гибкость позволяет использовать один тип дрона для различных тактических задач без усложнения логистики и увеличения номенклатуры запчастей.

Среди отличительных преимуществ «Хорнета» можно отметить его малую шумность. Расчёты ПВО работают с вы-

сокой нагрузкой, постоянно отслеживая малозаметные воздушные цели, однако дополнительную сложность создаёт тот факт, что дрон перед ударом снижается до высоты 40–50 метров и действует на малых высотах. Это затрудняет его обнаружение и перехват.

Одной из ключевых характеристик «Хорнета» является высокая скорость и способность к резким манёврам. Это особенно важно при работе по целям, прикрытым средствами ПВО ближнего радиуса и стрелковым огнём: дрон может заходить на цель по настильной траектории, резко менять направление, уходить от трасс и минимизировать время нахождения в уязвимой зоне. Благодаря этому он особенно эффективен в сценариях штурмовых действий, когда необходимо быстро подавить огневую точку, не давая противнику времени на реакцию.

На практике «Хорнет» применяется по широкому спектру целей. Одной из основных задач является поражение бронетехники — как находящейся на позициях, так и движущейся в колоннах. За счёт высокой скорости и способности заходить с флангов или с кормы, где бронирование традиционно слабее, дрон способен поражать танки и БМП даже при наличии динамической защиты: кумулятивная струя, направленная под оптимальным углом, пробивает броню, выводя машину из строя или делая её непригодной к дальнейшему использованию. При этом пилотирование «Хорнета» требует высокой квалификации: необходимо точно вывести аппа-

рат на цель, учитывая угол атаки, скорость сближения и возможные манёвры цели.

Тактическое значение «Hornet» определяется сочетанием этих свойств. Во-первых, дальность действия позволяет наносить удары по объектам глубоко в тылу — складам, пунктам управления, паркам техники, — фактически размывая границу между фронтом и тылом. Во-вторых, высокая скорость и малозаметность оставляют крайне узкое окно для реакции средств ПВО. В-третьих, относительная дешевизна и простота производства делают возможным массовое применение «волнами», перегружая системы обороны. Наконец, частичная автономность снижает требования к квалификации операторов и позволяет масштабировать применение даже при ограниченной пропускной способности каналов связи.

Противодействие Hornet требует комплексного подхода, поскольку ни одно средство не обеспечивает стопроцентной защиты. Ключевым элементом остаётся раннее обнаружение: мобильные радиолокационные станции способны фиксировать аппарат, несмотря на его небольшие размеры. Дополнительные уровни защиты включают акустические датчики и оптико-электронные системы с автоматическим сопровождением целей. Для перехвата применяются зенитные автоматы, переносные зенитные ракетные комплексы и специализированные дроны-перехватчики, включая концепции вроде «Сокол-И». Существенную роль играет пассивная за-

щита: защитные сетки и экраны вокруг техники и объектов могут предотвратить прямое попадание либо инициировать боеприпас раньше, снижая ущерб. Тактические меры — расщепление техники, маскировка, регулярная смена позиций и использование ложных целей — дополняют технические решения. При этом классические средства РЭБ менее эффективны из-за автономности дрона, но сохраняют значение для подавления вспомогательных каналов связи и координации групповых атак.

Сравнивая «Hornet» с другими современными беспилотными системами, можно отметить различия в решаемых задачах. Обычные FPV-дроны, управляемые оператором в реальном времени, уязвимы к радиопомехам и имеют ограниченную дальность, поэтому используются преимущественно на переднем крае. Дроны с оптоволоконным каналом, такие как российский «КВН», обеспечивают устойчивую связь и невосприимчивость к РЭБ, но ограничены длиной кабеля и менее манёвренны. «Hornet» ориентирован на иные сценарии: это «длинная рука» для ударов по тыловым объектам, где критичны дальность, автономность и устойчивость к радиоподавлению. Таким образом, эти системы не конкурируют напрямую, а дополняют друг друга, закрывая разные сегменты тактического спектра.

Отдельного внимания заслуживают юридические и этические аспекты применения таких систем. Наличие элементов искусственного интеллекта, участвующих в распознавании

и захвате целей, поднимает вопрос о степени человеческого контроля над применением силы. В директивах Министерства обороны США закреплено, что решение о поражении не должно приниматься полностью автономно, без участия оператора. По ряду данных, разработчики «Hornet» испытывают его на Украине и из-за этих ограничений. На международном уровне единый правовой режим для автономных ударных систем по-прежнему отсутствует, и эта тема остаётся одной из самых спорных в обсуждении будущего вооружений.

В совокупности Hornet является примером того, как миниатюризация, развитая оптика, бортовые вычислители и новые принципы навигации формируют новый класс ударных средств. Его появление заметно влияет на оперативный баланс, вынуждая пересматривать тактику применения сил, систему защиты объектов, организацию связи и подходы к регулированию.

Одной из наиболее результативных зон применения дронов для ВСУ стала трасса Р-280 «Новороссия», проходящая через Ростов-на-Дону — Мариуполь — Мелитополь и соединяющаяся с маршрутами, ведущими в Крым. В западных СМИ её называют «highway of death» («шоссе смерти»), что на определённом этапе вполне соответствовало реальности. Основными целями становились группы топливозаправщиков, обеспечивающих топливом как военные, так и гражданские объекты. Эти атаки на некоторое время дестабилизи-

ровали работу АЗС, а дефицит топлива привёл к введению ограничительных мер, которые полностью не решены до сих пор.

Активное использование мобильных групп впоследствии снизило эффективность подобных рейдов. Трасса начала патрулироваться с применением дронов-перехватчиков, предназначенных для борьбы с низколетящими целями. Тем не менее дрон «Хорнет» является эффективным и уже опробованным в боевых условиях средством, однако, как и в случае с ранее применявшимися системами вроде Bayraktar, против него также будет найдено эффективное средство поражения.

От разведки к удару: эволюция «Иноходца»

Отечественный средневысотный БПЛА большой продолжительности «Иноходец» (широко известный также под экспортным обозначением «Орион») стал одним из символов современной эволюции ударной беспилотной авиации. Этот аппарат сочетает продолжительный патруль до 24 часов, практический потолок свыше 7 500 метров, радиус действия более 600 километров и способность нести полезную нагрузку до 200 килограммов, что делает его универсальной платформой для разведки и ударных задач. Оснащённый оптико-электронными и радиотехническими комплексами, «Иноходец» способен вести наблюдение на больших дальностях, сопровождать цели и передавать точные координаты, а при необходимости — выступать в роли носителя управляемого

оружия.

Важной вехой стало появление специализированной ракеты «Бандероль», рассчитанной именно на применение с таких платформ: комбинированная система наведения (инерциальная плюс спутниковая), высокая манёвренность и сравнительно доступная стоимость сделали её удобным боеприпасом для ударных операций средней дальности.

Интеграция «Бандероли» с «Иноходцем» трансформировала самую концепцию применения этого класса БПЛА: аппарат перестал быть только «глазами» и превратился в полноценный ударный комплекс, способный наносить точечные удары, находясь вне зоны эффективного действия многих систем ПВО противника. Это качественный сдвиг — теперь один и тот же БПЛА может обеспечить весь цикл операции: разведка и целеуказание, выход в расчётную точку, пуск управляемого оружия и последующий контроль результатов удара. Технически «Бандероль» часто описывают как гибридную крылатой ракеты и управляемого планирующего боеприпаса: она сочетает дальность, манёвренность и точность при стоимости, заметно меньшей, чем у тяжёлых крылатых ракет, что делает такие связки экономически оправданными при массовом применении.

Тактика применения проста и эффективна: «Иноходец» патрулирует район, выявляет и фиксирует цели, передаёт координаты в командный пункт и, после получения разрешения, занимает безопасную позицию для запуска; система на-

ведения захватывает цель, производится пуск, а дрон остаётся в районе для оценки результатов удара и возможной коррекции. В зоне СВО это даёт заметное преимущество — цикл «разведка удар контроль» сокращается до единиц часов или даже минут, что повышает оперативность и снижает потребность в привлечении дорогостоящих пилотируемых самолётов. Практические видеозаписи и сообщения об успешных пусках подтвердили переход технологии из полигона в полевой режим, что для специалистов служит индикатором зрелости решения и его готовности к массовому использованию.

Однако у комплекса есть и очевидные ограничения: связь с наземным пунктом управления остаётся критически важной для дистанционного управления и обновления целеуказания, при этом системы подвержены средствам радиоэлектронного противодействия; погодные условия и ограничения по высоте или манёвру также влияют на эффективность применения; кроме того, эксплуатация требует подготовленного персонала и технической поддержки, без которых эксплуатационная готовность снижается. Тем не менее сочетание длительности полёта, возможности работать на больших дальностях и интеграции с высокоточным управляемым боеприпасом позволяет «Иноходцу» с «Бандеролью» занимать ту нишу, которую аналитики называют «золотой серединой» — доступный по цене, манёвренный и эффективный инструмент для поражения удалённых целей без массового привле-

чения стратегических сил.

С стратегической точки зрения эта связка меняет логику ударных операций: она даёт возможность перегружать системы ПВО Украины множественными, точными и относительно недорогими ударами, снижая потребность в применении пилотируемой авиации и тяжёлых крылатых ракет. В итоге «Иноходец» с «Бандеролью» — это не просто новая комбинация техники и оружия, это отражение общего тренда: перехода к сетевым, модульным и экономически масштабируемым решениям, где ударная способность распределяется по множеству доступных платформ, а не концентрируется в единичных дорогостоящих системах.

Сравнение «Иноходца» с американским MQ-9 Reaper («Жнец»)

Российский БПЛА отличается более скромными массогабаритными характеристиками при сохранении высокой эффективности. Взлётная масса «Иноходца» существенно меньше, чем у Reaper, что обеспечивает ему лучшую скрытность и манёвренность. При этом продолжительность полёта до 24 часов позволяет выполнять длительные миссии, сравнимые с возможностями американского аналога.

В плане ударных возможностей «Иноходец» делает ставку на точность и экономичность. В отличие от Reaper, который может нести до 1700 кг боевой нагрузки на 6 точках подвески, российский дрон использует более лёгкие, но точные боеприпасы. Это позволяет ему дольше оставаться в воздухе

и эффективнее работать в условиях активного противодействия.

Системы управления и навигации у обоих аппаратов современные, но «Иноходец» интегрирован с отечественными разработками, что обеспечивает независимость от западных технологий. При этом российский БПЛА демонстрирует лучшую адаптивность к современным условиям ведения боевых действий, где важна не столько универсальность, сколько способность эффективно решать конкретные задачи.

Экономическая составляющая играет важную роль в сравнении. «Иноходец» обходится в разы дешевле в производстве и эксплуатации, требует менее мощной инфраструктуры поддержки и может использовать более компактные наземные комплексы управления. Это делает его более доступным для массового применения.

Оперативные возможности российского БПЛА лучше подходят для работы в условиях активного противодействия. Меньшие размеры и более современные системы защиты от РЭБ дают «Иноходцу» преимущество в современных конфликтах. При этом он сохраняет достаточную эффективность для решения широкого спектра задач.

В плане развития «Иноходец» показывает более высокую скорость адаптации к новым угрозам и возможностям. Система постоянно совершенствуется, получая новые типы вооружения и улучшенные средства защиты. MQ-9 Reaper, будучи более зрелой платформой, требует более масштабных

модернизаций для достижения аналогичного уровня адаптации.

Таким образом, «Иноходец» представляет собой самостоятельное решение, учитывающее специфику современных конфликтов и требования к эффективности применения. Он не стремится превзойти Reaper по всем параметрам, а предлагает оптимальный баланс между ударными возможностями, разведкой, экономичностью и скрытностью, что делает его эффективным инструментом в современных условиях ведения боевых действий.

«Альтиус» — тяжёлый ударный беспилотник нового поколения

Разработка «Альтиуса» началась в конце 2000-х — начале 2010-х годов. Проект стартовал в ОКБ имени С. В. Симонова, а позже был передан Уральскому заводу гражданской авиации. Первый полёт состоялся в 2016 году, после чего началась модернизация аппарата.

Беспилотник выполнен по схеме среднего моноплана с длинным прямым крылом размахом более 28 метров. Отличительной чертой является широкое применение композитных материалов — металлическими остались только моторамы. V-образное хвостовое оперение и два двигателя обеспечивают стабильность полёта и манёвренность.

Аппарат способен развивать скорость до 250 км/ч, достигать высоты 12 километров и находиться в воздухе до 48 часов. Максимальная взлётная масса достигает 6 тонн, а полез-

ная нагрузка составляет 1 тонну. Дальность действия с ретрансляцией достигает 10 000 километров, что существенно превосходит аналогичные показатели зарубежных аналогов.

Изначально БПЛА оснащался немецкими двигателями RED A03, но после введения санкций их заменили на отечественные разработки. Сейчас основным двигателем становится АПД-500, созданный на базе двигателя от «Ауруса» в Центральном институте авиационного моторостроения.

«Альтиус» оснащён современной гиросtabilизированной турелью, включающей высокоточный дневной канал, инфракрасный тепловизионный модуль, лазерный дальномер-целеуказатель и радиолокационную станцию с активной фазированной решёткой.

БПЛА способен нести различные типы вооружения, включая корректируемые авиабомбы и ракеты класса «воздух-поверхность». Аппарат может выполнять функции как разведчика, так и ударного средства, что делает его универсальным инструментом для выполнения различных боевых задач.

«Альтиус» может работать в полностью автоматическом режиме или под управлением оператора. Система спутниковой связи позволяет управлять аппаратом на больших расстояниях. Беспилотник способен вести длительную разведку, выполнять задачи целеуказания, наносить точечные удары и контролировать результаты атаки.

В современной концепции применения БПЛА такого

класса выступают как ключевые элементы сетевых боевых систем. Они позволяют контролировать обширные территории, снижать нагрузку на пилотируемую авиацию, действовать в условиях активной противовоздушной обороны и обеспечивать длительное присутствие в воздухе.

«Альтиус» представляет собой значительный шаг вперёд в развитии российской беспилотной авиации. Его характеристики позволяют выполнять разведывательные миссии, наносить точные удары, работать в сложных климатических условиях и адаптироваться под различные типы вооружения. Этот беспилотник стал одним из первых отечественных аппаратов, способных эффективно сочетать продолжительные полёты с ударными возможностями, что существенно расширяет тактические возможности военных операций.

Система постоянно совершенствуется в направлении увеличения автономности, развития возможностей искусственного интеллекта, расширения спектра решаемых задач и повышения помехозащищённости каналов связи. Эти улучшения делают «Альтиус» всё более эффективным инструментом в современных военных операциях.

Глава 5. «Массовые атаки и роевая тактика»

Координация десятков и сотен дронов

Развитие технологий управления БПЛА привело к появлению принципиально нового подхода — роевой тактики, которая качественно изменила характер современных боевых действий. Если ранее основное внимание уделялось оди-

ночным аппаратам, то сейчас фокус смещается на групповые действия.

Координация десятков и сотен дронов в рамках роевой тактики опирается на сочетание централизованных и децентрализованных принципов управления, где баланс между жёстким контролем оператора и автономным поведением отдельных аппаратов определяет устойчивость всей системы. На практике применяются три основные топологии взаимодействия: централизованная, при которой единый командный пункт или ведущий дрон распределяет задачи и отслеживает статус каждого элемента; децентрализованная (peer-to-peer), в которой аппараты обмениваются данными напрямую и принимают локальные решения на основе общих правил поведения; и гибридная, объединяющая оба подхода — например, оператор задаёт стратегические цели и приоритеты, а распределение конкретных задач и адаптация к обстановке происходят внутри роя за счёт локальных алгоритмов. Такая гибкость позволяет масштабировать группу от нескольких десятков до сотен аппаратов, сохраняя управляемость даже при частичной потере связи с центром.

Ключевую роль в поддержании координации играют каналы связи и протоколы обмена данными. В условиях активного радиоэлектронного противодействия традиционные радиоканалы становятся уязвимыми, поэтому в современных роевых системах всё шире применяют mesh-сети, где каждый дрон одновременно выступает и как узел наблюде-

ния, и как ретранслятор для соседей. Это создаёт избыточность маршрутов передачи информации: если один канал подавляется или выходит из строя, данные автоматически перенаправляются по альтернативным путям. Для повышения надёжности используют частотное разнесение, адаптивную смену диапазонов и шифрование трафика, чтобы затруднить перехват и спуфинг. При этом объём передаваемых данных стараются минимизировать: вместо потоковой видеосъёмки передают сжатые телеметрические пакеты, ключевые координаты и метки целей, а детализированную обработку выполняют локально на борту каждого аппарата с помощью встроенных вычислителей.

Алгоритмы коллективного поведения, лежащие в основе роевой координации, во многом вдохновлены природными моделями — от стай птиц до колоний муравьёв. В их основе лежат простые локальные правила: поддержание безопасной дистанции между аппаратами, выравнивание скоростей и направлений движения, а также стремление оставаться частью группы. На этой базе строятся более сложные механизмы: распределение ролей (разведчики, ударные единицы, ретрансляторы), динамическое назначение приоритетов целей и перестройка формаций при изменении обстановки. Например, при обнаружении средств ПВО часть дронов может автоматически перейти в режим отвлекающих манёвров, имитируя ложные цели или провоцируя преждевременное срабатывание систем защиты, в то время как основная группа

меняет высоту, скорость и направление, чтобы прорваться к ключевым объектам. Такие решения принимаются в реальном времени на основе коллективного анализа данных, когда каждый аппарат вносит свой вклад в общую картину, а система в целом формирует оптимальный план действий.

Важным фактором эффективности массовых атак является способность роя адаптироваться к потерям. В отличие от централизованных систем, где выход из строя ведущего узла может парализовать всю группу, децентрализованные алгоритмы позволяют роя сохранять боеспособность даже при потере значительной части аппаратов. Оставшиеся дроны автоматически перераспределяют задачи, заполняют образовавшиеся «дыры» в построении и корректируют траекторию, чтобы компенсировать утраченные функции. Эта устойчивость особенно ценна в условиях интенсивного противодействия, когда противник целенаправленно пытается разрушить координацию. Более того, сама массовость роя становится тактическим преимуществом: даже если часть аппаратов будет перехвачена или подавлена, оставшиеся способны выполнить задачу за счёт численного превосходства и перегрузки оборонительных систем.

С точки зрения тактики, массовые атаки дронов строятся по принципу насыщения и многовекторного воздействия. Рой может одновременно подходить к цели с разных направлений, на разных высотах и с различными скоростными режимами, создавая сложную, динамичную угрозу, ко-

торию трудно парировать традиционными средствами ПВО. Часть аппаратов намеренно действует как ложные цели, расходуя боезапас противника и раскрывая позиции его комплексов, в то время как другие, менее заметные или летящие по сложным, изломанным траекториям, прорываются к реальным объектам. Нередко применяют каскадные волны: первая группа дронов подавляет ближние рубежи обороны, вторая наносит основной удар, а третья добивает уцелевшие элементы или препятствует аварийно-восстановительным работам. Такая последовательность не просто наносит разовый урон, а системно парализует функционирование объекта, лишая его возможности быстро вернуть боеспособность.

Экономическая составляющая массовых атак также играет существенную роль. Стоимость одного лёгкого дрона-камикадзе или разведывательного аппарата зачастую на порядки ниже стоимости боеприпаса, расходуемого на его перехват. В результате даже относительно простые платформы, применяемые в больших количествах, способны создавать серьёзное финансовое давление на обороняющуюся сторону: затраты на отражение атаки могут многократно превышать стоимость самих дронов. Этот дисбаланс делает роковые технологии особенно привлекательными для сторон, стремящихся максимизировать эффект при ограниченных ресурсах. При этом развитие микроэлектроники и серийного производства позволяет быстро наращивать парк аппара-

тов, оперативно восполняя потери и поддерживая постоянное давление на противника.

Таким образом, координация десятков и сотен дронов — это не просто количественное увеличение числа целей, а качественно иной уровень ведения боевых действий, сочетающий технологическую сложность, тактическую гибкость и экономическую эффективность. Успех такой тактики зависит не только от количества аппаратов, но и от продуманной архитектуры управления, устойчивости к противодействию, способности к автономной адаптации и чёткому распределению ролей внутри группы. Именно эти факторы делают массовые роевые атаки одним из наиболее серьёзных вызовов для современных систем обороны, требуя от них не просто большей дальности и точности, а принципиально новых подходов к обнаружению, классификации и нейтрализации множественных, динамически меняющихся угроз.

Перегрузка систем ПВО и РЭБ, использование ложных целей

Перегрузка систем ПВО и РЭБ достигается за счёт одновременного появления на радарх десятков и сотен целей, что резко повышает нагрузку на контуры обнаружения, сопровождения и целераспределения. Современные комплексы ПВО рассчитаны на ограниченное число одновременно обрабатываемых трасс: каждый канал сопровождения требует вычислительных ресурсов, а принятие решения о перехвате — времени на оценку приоритета и выделение огне-

вого средства. При массированном налёте количество целей может кратно превышать пропускную способность системы, в результате чего часть объектов остаётся без сопровождения либо обрабатывается с задержкой, достаточной для прорыва к ключевым точкам. Особенно уязвимы эшелонированные рубежи, где ближние комплексы вынуждены реагировать на ложные и второстепенные угрозы, а дальние — не успевают своевременно перераспределить ресурсы из-за лавинообразного роста числа отметок на экранах операторов.

Использование ложных целей превращает эту перегрузку в целенаправленную тактику. В качестве ложных объектов применяют как специализированные беспилотные мишени, так и упрощённые дроны, оснащённые уголковыми отражателями, радиоотражающими покрытиями или миниатюрными передатчиками помех. Такие аппараты имитируют сигнатуру более крупных и опасных целей — по эффективной площади рассеяния, скорости, высоте и характеру манёвра, — вынуждая системы ПВО тратить дефицитные боеприпасы на их уничтожение. Отдельную категорию составляют «электронные ложные цели», создаваемые средствами РЭБ: генераторы помех формируют на экранах радаров виртуальные отметки, повторяющие траектории реальных дронов. Это не только увеличивает общее количество целей, но и порождает неопределённость в оценке обстановки: операторы не могут достоверно отличить реальные угрозы от имитаций, что ведёт к избыточному расходу ресурсов либо к осторожной

тактике с риском пропустить ударные аппараты.

Важную роль играет дифференциация типов ложных целей по задачам. Одни из них действуют как «расходники», расходуя боезапас противника и раскрывая позиции огневых средств за счёт провоцирования выстрелов. Другие выполняют функцию «зондов», проверяя реакцию системы: фиксируя моменты включения радаров, время реакции расчётов и алгоритмы целераспределения, они позволяют уточнить карту обороны и скорректировать маршруты основной группы. Третьи имитируют групповой налёт, создавая эффект «всплеска» на радарах, чтобы замаскировать появление малозаметных ударных дронов, летящих на предельно малых высотах или по сложным траекториям. Нередко ложные цели оснащают средствами постановки помех непосредственно в полёте: передатчики, работающие в диапазонах РЛС, ухудшают разрешающую способность радаров, снижают точность сопровождения и увеличивают вероятность срыва захвата.

В роевой архитектуре ложные цели органично встраиваются в общую схему действий. Они могут лететь в тех же формациях, что и ударные аппараты, либо формировать отдельные эшелоны: первый — с наиболее заметными и шумными целями, второй — с малозаметными ударными дронами, третий — с аппаратами, предназначенными для подавления средств ПВО на финальном этапе. Такая эшелонированность усложняет классификацию целей: даже при наличии средств радиотехнической разведки обороняющейся сторо-

не трудно быстро выделить реальные угрозы среди множества похожих сигналов. Кроме того, рой способен динамически менять роли аппаратов: если часть ложных целей уничтожена или подавлена, оставшиеся могут перераспределить задачи, усилив плотность имитаций на наиболее защищённых направлениях или сместив акцент на постановку помех.

Перегрузка систем РЭБ реализуется по схожему принципу, но с акцентом на радиочастотный спектр. Массовое применение дронов создаёт плотную помеховую обстановку: аппараты излучают сигналы управления, телеметрии и видеопередачи, а часть из них дополнительно оснащена передатчиками активных помех. Это приводит к взаимному влиянию каналов, росту уровня шумов и снижению отношения сигнал/шум для средств радиоразведки. В таких условиях становится труднее не только классифицировать цели по типам, но и выделять управляющие команды для последующего подавления. Более того, противник может целенаправленно «забивать» определённые диапазоны, вынуждая комплексы РЭБ переключаться между частотами и терять время на перестройку, в то время как дроны адаптируются к новым условиям за счёт частотного разнесения и mesh-сетей.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.