

Дефицит дронов ушёл в прошлое. Интернет и маркетплейсы полны объявлений о продаже дронов широчайшей линейки задач и цен. В подразделении поступают сотни дронов разных типов ежемесячно. На гражданке полёты пока разумно ограничены, и не технологиями или недоступностью самих дронов, а вопросами безопасности.

Вспомним кружки авиамоделирования для детей, которые были массовыми в советское время, пройдёмся в стиле тех кружков по основным элементам дронов.

Пока самая медийно раскрученная тема касается ИИ, но потенциал массового применения дронов также ожидается впечатляющим. Как минимум, дроны потенциально заменят порядка миллиона курьеров районного уровня на байках, сотни тысяч охранников с обходом объектов, коммунальщиков с контролем инженерных систем, общественных пространств и решением огромного пласта инженерных задач на местности.

Политики, журналисты и обычные люди должны больше понимать матчасть дронов хотя бы на базовом уровне.

У нашей страны есть серьёзные перспективы лидерства в дроновой отрасли. СВО становится серьёзнейшей площадкой обкатки разных типов и технологий дронов, даст сотню тысяч инженеров и пилотов с уникальнейшим опытом. Как когда-то Интернет вышел из нишевых задач военных и сильно изменил экономику, так будет и с дронами.

У нас одним из приоритетов определено развитие отечественной микроэлектроники, создана профильная госпрограмма. Приняты решения по введению технологического сбора с импортных смартфонов и ноутбук, потенциально — с бытовой техники. В советское время газеты и журналы, и в том числе даже для детей, писали о похожих вопросах куда чаще и детальней, чем сейчас это делают СМИ для взрослых. В 1970–1980-е годы наша страна производила в области микроэлектроники широчайший спектр компонентов и готовых изделий. Очень важно переломить бытовое неверие обычных людей и даже политиков в наши перспективы, не бояться обсуждать детали решений, множество малых шагов.

расстоянии до километра, а массово производимые отечественные решения обеспечивают картинку на дистанции не менее 20 км с простейшим ретранслятором у пилота.

Самый большой вопрос имеется к видеокерам и видеопередатчикам, которые на наших дронах — китайские, массового гражданского применения. Камеры должны быть миниатюрными и лёгкими, обычно чуть больше камер смартфонов, с различимой картинкой хотя бы на высоте до полукилометра — километра. Видео с аналоговой камеры легко перехватывается оператором противника, бывает, перебивается дружественным дроном с работой на той же частоте. Простейший видеопередатчик — как простейшая рация, где в рамках заданного диапазона можно переключать каналы. Цифровая видеокamera

делают батареи "пальчиков" нужной комплектации под конкретную конструкцию и задачу дрона. Можно просто закупиться "пальчиками" и в обычной кустарной мастерской набрать такую батарею за час работы паяльником или аппаратом точечной сварки.

СБОРКА ДРОНА кажется сложной только для совсем уж далёких от электрики и электроники. Если человек имел опыт простейшего ремонта ноутбуков или смартфонов путём замены отдельных элементов, устанавливал дома электрические или интернет-розетки, он без проблем за пару недель "набьёт руку" на сборке дронов. По сложности сборки дрона — это как детский продвинутый конструктор робототехники, хотя в молодом поколении далеко не все юности смогут заменить лампу фары автомобиля, а девушки — связать шерстяной носок. Опытный сборщик может собрать дрон за час-два, с разделением же труда изделия монтируется за полчаса. Знающие люди пока не видели автоматических линий сборки дронов, впрочем, ручной труд, заложенный в цену дрона, равную нескольким десяткам или даже сотням тысяч рублей, не превышает по стоимости нескольких тысяч рублей.

В нашей стране уже появился ряд компаний, производящих дроны десятками тысяч ежемесячно и в основном из отечественных компонентов. Ещё есть сотни небольших начинающих компаний, которые на своём энтузиазме и по гуманитарной линии собирают дроны тысячами ежемесячно. Это не просто цифры с небольшими нулями. Это постоянный поиск оптимальных конструкций дронов под разные задачи, чуть ли не ежеквартальные новинки компонентов дронов и их комплектующих. Наши производители и экспериментаторы уже точно круче европейцев и американцев, хотя по массовости ещё не дотягивают до китайцев. Причастные к этому говорят, что несколько лет назад даже представить такое было нельзя.

В качестве постскриптума категорически советуем коллегам из крупных СМИ писать про отечественное производство дронов и электроники чаще и детальней. В каждом крупном регионе в тематике дронов действованы десятки предприятий и мастерских, и губернаторам несколько не сложно хотя бы раз в полгода посещать такие производства для понимания их специфики и перспектив.

Сергей АНУПЕЕВ

ПЕРЕЙДЁМ К ДЕТАЛЯМ дронов. Начнём с "мозгов", точнее, двух плат: полётного контроллера и регулятора моторов. Обычно они komponуются в виде стека двух плат размером со спичечный коробок ("бутербродиком", парой один над другим). В нашей стране за последний год несколько производителей уже начали делать крупные партии. Госзакупки сформировали спрос на платы в объёме сотен тысяч в год, что позволяет добиваться цены почти как в Китае. Цена платы, в зависимости от сложности задач, размера партии и производителя, колеблется в диапазоне 6–10 тыс. руб. Управление под более сложные задачи включает: несколько разных частот с их переключением, поворот видеокерамы, работа с грузом, моторы в разном количестве.

"Мозг" контроллера — процессор — пока в основном импортный. Такие заюзат буквально мешками по цене в пару тысяч рублей за каждый процессор. В московском Зеленограде производят отечественные процессоры, но СМИ не сообщали об особенностях и объёмах таких производств. Кроме того, в Москве на территории технопарка бывшего АЗЛК работает компания "Маппер", которая производит элементы для создания микропроцессоров. Трудятся пока небольшим числом сотрудников и линейного оборудования, но очень перспективно.

Следующие важные элементы дрона — моторы — бывают разные по мощности и размеру, по 4 или 6 на дрон. Самые ходовые моторы имеют нумерацию 3115, где первые две цифры — диаметр, а вторые две — высота мотора, обычно под лопасти 8, 9 или 10 дюймов (последний в пересчёте на более привычные сантиметры — 25 см), и грузоподъёмность до 3,5 кг. Отечественное производство моторов наладили одним из первых, и если кто в детстве разбирал моторчики из игрушек, то вспомнит пластины с обмоткой из медной проволоки и магниты по бокам. Магниты из редкоземельных металлов в основном закупают в Китае, который производит 90% всех подобных магнитов в мире. Остальные компоненты и сборка — отечественные; знающие люди говорят, что более качественные, с энергопотреблением на треть меньше или скоростью на треть больше. Те же знающие люди уже тестировали новые партии отечественных моторов под тяжёлые дроны с винтами 15 дюймов. Стоимость в зависимости от размера-мощности, качества и объёма закупки — 2–7 тыс. руб. за мотор.

СДЕЛАНО ЗДЕСЬ

В России развёрнуто массовое производство компонентов квадрокоптеров

ВНЕШНЕ ДРОН выглядит как рама с моторами и лопастями. Рама определяет прочность всей конструкции дрона, его управляемость, а также живучесть при падении. Производство рамы, по сути, не сложнее машинной раскройки ткани, а по доступности оборудования для "раскройки" и цене — масштаба хорошего 3D-принтера, порядка 100 тыс. руб. Только там не печатать, а вырезать лазером или фрезой на пластине стеклопластика по схеме, разрабо-

танной в компьютерном редакторе. Ранее были вполне прочные рамы из алюминиевых трубочек с квадратным сечением, с центральным элементом из фанеры и соединением клёпками, но это скорее как пример возможности сделать их из подручных материалов. Конструкции рам постоянно улучшаются для оптимизации компонентов дронов под конкретные задачи. Лопасти также давно массово производятся в нашей стране, с подборкой лучших прочностных характеристик, хотя термопластавтоматы для штамповки в основном китайские. Цена рамы в розницу — 5–7 тыс. руб., лопастей — несколько сотен рублей.

Начало отечественного производства компонентной базы дронов и наши самые передовые технологии — в антеннах-приёмниках. Именно конструкции приёмников вместе с силой сигнала передатчика определяют дальность управления дроном, поскольку в типичных гражданских дронах большая дальность не предполагалась. Именно на приёмники воздействует РЭБ, и теперь дроны оборудуют под несколько диапазонов частот с возможностью их переключения в полёте. Наши разработки — это не только "железо", но и свои "протоколы" сигнала, что ещё более важно в проблематике РЭБ. На типичном дроне картинка видео пропадает уже на

и передатчик обеспечивают широту каналов, шифрование передачи видео, большую устойчивость управления. Цены — от пары тысяч рублей за аналоговую видеокamera до двадцати тысяч за приличную цифровую.

У нас есть отечественные аккумуляторные батареи для дронов. На маркетплейсах засилье импортных брендов, но только из-за их дороговизны — как базы для комиссий этих маркетплейсов и их алгоритмов максимизации своей выручки. Импортные литий-полимерные аккумуляторы продаются по цене от 10 до 40 тыс. руб. в зависимости от ёмкости, а отечественные литий-ионные из "пальчиков" модели 21700 можно набрать буквально за несколько тысяч рублей.

Есть сообщения про запуск линии отечественных литий-полимерных аккумуляторов (производство которых уже давно налажено — под электробусы) для дронов. Литий-полимер даёт большую скорость отдачи тока для ускорения дрона (на сленге "газ"), как педаль газа на автомашине — быстрота её ускорения). Литий-ион достаточен для подавляющего большинства типов дронов и их задач, особенно при относительно больших времени и дистанции полёта, как правило, отнюдь не на максимальной скорости. Несколько крупных отечественных производителей сами

Предлагаю вниманию читателей подробный разбор некоторых аспектов применения летающих дронов-доставщиков различных видов в зоне СВО. Пока нет обобщений, наставлений по оптимальности их применения в зависимости от множества параметров. Важно ввести полёты дронов обеспечения нашей передовой в систему

контроля, в которой уже фиксируется каждый боевой вылет с видео-подтверждением и анализом результативности работы пилотов. Так можно и стимулировать пилотов, и контролировать нормы снабжения, реально сокращая доставку в пешем порядке и уменьшая вероятность поражения наших бойцов противником.

СНАБЖЕНИЕ бойцов на передовой при помощи дронов на протяжении уже примерно года является обычным делом, равно как и одной из периодических тем заметок в СМИ. Эта тема также попала в краткий отчёт о встрече министра обороны Андрея Белоусова с военкорами 13 декабря. Внесём несколько важных деталей в специфику такого вида доставки.

Доставка включает в себя несколько этапов, состав и расстояния которых определяются работой противника дронами разных типов. Относительно безопасно можно применять крупный автотранспорт на рубеже примерно в 20 км от передовой. Ближе, на расстоянии 8–12 км от передовой, используют малый транспорт, в основном — "буханки" со срезанной крышей, где дежурит стрелок (машины оборудованы РЭБ и противодроновыми сетками), иногда работают квадроциклы, редко — обвешанные мешками мотоциклы (в просторечии — "метла"), достаточно сложные в управлении. Ещё ближе к передовой начинается зона частого применения противником "камиков" (боевых дронов-камикадзе), и последние километры традиционная доставка осуществляется пешим порядком.

только уметь применять несколько моделей дронов при выполнении разных задач, но и в идеале обеспечивать ремонт дронов.

Расчёт дроноводов подключается к доставке именно на третьем, пешем, и особенно на четвёртом, самом опасном, этапе. Еда и вода заблаговременно упаковываются, доставляются и накапливаются в конечных точках относительно безопасно использования малого транспорта. Дроноводы привозят с собой дроны, очки-пульта, несколько увесистых аккумуляторов, зарядники и многое другое под конкретную задачу.

ДЛЯ ДОСТАВКИ могут использоваться дроны нескольких типов, различающихся по первоначальному назначению и размерам. Бывает, используют малые "камики" с передельками — дешёво и массово, но с грузоподъёмностью, позволяющей доставить бутылку воды, пару консервов или упаковку энергетических батончиков. Другой крайностью является использование тяжёлых дронов грузоподъёмностью в несколько десятков килограмм, которые многое могут унести за раз, но очень дороги и редки, тихходонны и уязвимы.

Компромисс между грузоподъёмностью и стоимостью дрона находится где-то на уровне 3–5 килограммов полезной нагрузки и стоимостью в 65–100 тыс. руб. за дрон, обычно работающий на расстоянии 6–9 км и столько же при возврате. В принципе, дрон такой стоимости может улететь на расстояние и в 20 км, если ему добавить аккумуляторов и поднять вверх ретранслятор точки управления. Однако чем больше "аккумов" — тем меньше полезная нагрузка, чем больше перегруз дрона — тем меньше его скорость и дальность.

Обычно расчёт предполагает осуществить 3–5 рейсов с одной точки запуска. На большее не хватит личной грузоподъёмности расчёта при пешем переходе на точку запуска. Больше количество рейсов становится критическим для обнаружения расчёта дронами противника. Исползовать ту же точку запуска повторно можно спустя какое-то количество дней, не системно.

Выбор позиции запуска дрона также ограничивает вес дрона и содержимого доставки. Дроноводом приходится проходить со своим оборудова-

нием и доставляемым грузом от крайней точки применения малой автотехники до точки старта расстояние величиной от сотен метров до нескольких километров. Позиции старта выбирают исходя из высоты местности запуска и достигаемой дальности управления дроном, а также специфики маскировки. В зоне ответственности батальона обычно есть как несколько десятков точек старта, так и несколько десятков точек доставки.

Ещё выбор точки запуска осложняется работой смежников — наблюдательных и боевых расчётов. В конкретном квадрате более-менее идеальных точек немного — с точки могут работать в данный день или относительно недавно. Расчёты между собой согла-



ДОРОГА ДРОНОВ

Как доставляются грузы на передовую

совывают и точки запуска со статистикой их недавнего использования, и частоты управления дронами во избежание подмены картинки дроном смежников.

При доставке важна и согласованность пролёта нашего дрона с нашими же позициями. Дрон в небе на высоте в сотни метров неразличим, наш он или противника, особенно когда летит обратно. Если основной полёт проходит на высотах в сотни метров вне досягаемости стрелкового оружия, то при подлёте к позициям дрон снижается для точности доставки. Иными словами, для наших бойцов совершенно неочевидно — свой возвращается дрон или чужой летит.

Вообще создание действенной системы опознавания "свой-чужой" в работе дронов, чтобы такой системой ещё и не смог пользоваться противник, — это отдельная большая и сложная тема. Пока же некоторое число дронов теряется от "дружественного огня", что также корректирует предел разумного сочетания цены дрона, его грузоподъёмности и дальности полёта.

Как-то рассуждали про партию из 50 частично бракованных дешёвых "камиков" по цене 30–50 тыс. руб., часть из которых с небольшими переделками успешно обеспечивали доставку, пусть они и были малой грузоподъёмности. Альтернативой было применение средних дронов с заявленной производительностью до 10 кг и стоимостью (вместе с аккумуляторами) до 200 тыс. руб., с аккумуляторами, отбрасывающих от 4 до 10 рейсов и часто терявшихся из-за несогласованности. Хотя некоторые

из потерянных со временем возвращаются в группу обеспечения, ремонтируются и используются повторно. Ремонтпригодность обычно зависит от времени, которое дрон провалялся "на природе" до его обнаружения и возврата. Также ремонтпригодность зависит от высоты падения и твёрдости поверхности на месте падения.

НА ДАЛЬНОСТЬ полёта и грузоподъёмность доставщика серьёзно влияет ветер. Поэтому и дронводы обычно закладываются на "вилку" этих параметров. Очевидно, встречный ветер, особенно при полёте с грузом, требует больше энергии аккумулятора. Лучше, когда ветер попутный в сторону доставки и встречный обратно, поскольку на обратном пути дрон легче. Боковой ветер также добавляет сложностей, поскольку сносит дрон с маршрута, и его возвращение на маршрут требует дополнительной энергии.

Температура воздуха важна для аккумуляторов, поскольку в холодное время разрядка происходит на 10–30% быстрее. В теории аккумулятор при отдаче тока нагревается, и это должно обеспечивать ему оптимальную работу, однако на практике внешние слои аккумулятора всё же охлаждаются, а нагреваются только внутренне. Потому и существует вилка 10–30% — как повезёт, точнее — как по наитию и опыту дронвод разсчитает запас.

Отдельным важным вопросом является выбор точки сброса доставляемой еды и воды. Приземлиться и отцепить груз — почти нереально, поскольку на дальности в 5–7 км от точки управления при

снижении до земли на высоту 10–20 метров пропадает управление дроном, из-за чего его невозможно вернуть назад. Это только дорожке Мавики на незаглушённом РЭБом управлении по GPS могут возвращаться в заданную точку, но никак не дешёвые доставщики.

Если сброс будет осуществлён с большой высоты, то приземление доставки будет в неясном месте, и бойцам придётся потом искать сброшенную еду или воду с риском для жизни. Были рассказы про неудачный сброс с большой высоты со средних дронов, когда содержимое посылки разлеталось на десятки метров, а бойцы потом находили лишь некоторые его части.

Чтобы посылка не разлеталась при приземлении, её тщательно упаковывают в полимерные мешки, как для тяжёлого строительного мусора, и обматывают скотчем. Рассказывали про "упаковку" в пластиковые трубы канализации диаметром 110 мм и длиной в полметра со штатными заглушками, которые не разлетались на части при такой доставке.

Обычно сброс доставки производится в сотне метров или дальше от позиции. Позиция оповещается, но бойцы выжидают. Разведывательный Мавик противника может засечь точку сброса еды-воды, и туда уже готовится вылететь вражеские "камики" или "баба-яга". Ожидание может растягиваться на часы, чтобы гипотетический противник устал ждать. Можно дожидаться сумерек, в расчёте на дешёвый вражеский Мавик без ночной оптики, но тогда и найти сброшенную воду-еду будет сложнее.

Б ОЙЦУ ежедневно нужно кило-два воды-еды, а бойцов непосредственно на самых передовых позициях по всей ЛБС — несколько десятков тысяч. Один средний дрон может за рейс обеспечить доставку нужного для 2–3 человек. Один расчёт дроноводов за день может сделать 3–5 вылетов. Несложно подсчитать, что по всей линии соприсконовения для логистики "последней мили" в идеале необходимо несколько тысяч расчётов дроноводов ежедневно, плюс на ротацию, ремонт и подготовку дронов ещё минимум столько же.

Расчёт дроноводов обычно состоит из двух человек. Оператор работает в одном месте, условный батарейщик — в другом, на удалении в сотню метров, — во избежание скученности; или даже в нескольких километрах от первого — при наличии ретрансляторов и достаточной слаженности. "Батарейщиком" второй называется так, потому что имеет задачу смены аккумуляторных батарей после каждого полёта, также он протирает видеокamera и смазывает её силиконом в осеннюю погоду, проверяет лопасти, прикрепляет груз. Полёт — 10 минут туда, 10 минут обратно, обслуживание дрона — несколько минут, и следующий полёт.

Как видим, это только кажется, что доставка еды-воды с дронов на передовую — заурядная задача. Оптимальность дальности, нагрузки и цены дронов доставки осязаемо важна, во многом зависит от опыта конкретных расчётов.

Введение расчётов дронов в штат батальонов завершается, и теперь вопрос в систематизации опыта и доведении до военнослужащих лучших практик, а также контроля работы дроноводов обеспечения. Намёкнём А.В. Маркину, автору важнейших книг "Обобщение боевого опыта СВО", на потенциальный параграф его следующих изданий.

Геннадий ШАНГИН