

*А.В.КАРПОВИЧ, Ю.М.ЧЕРНЫШЕВ*

**ВЫПОЛНЕНИЕ ОГНЕВЫХ ЗАДАЧ  
С БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ  
АППАРАТОМ ТИПА КВАДРОКОПТЕР**

2022

Настоящее пособие написано на основе Правил стрельбы и управления огнем, технической документации беспилотных летательных аппаратов и опыта их применения в локальных войнах и вооруженных конфликтах.

Впервые в мировой истории квадрокоптеры применяются на войне столь интенсивно. Без них уже фактически немислимы боевые действия: корректировка огня артиллерии, разведка и даже удары с воздуха. Суть бытового коптера проста — запускаете его, поднимаете над собой на высоту 200-500 метров и видите, что происходит, вокруг не подвергая себя риску. Не обязательно занимать высоты для наблюдения. Если коптер мощный и может зависать в воздухе дольше 30 минут — летите на 1-3 километра в сторону и ведете разведку/корректировку. Сбить такой квадрокоптер без спецсистем практически невозможно — на высоте 500 метров его будет и не слышно. Юркий, маленький, компактный — влезет даже в карман. 90% всех коптеров применяемых сейчас в ходе СВО китайской фирмы DJI.

В пособии изложены концепции развития БпЛА типа коптер, обзор основных БпЛА, их устройство, подготовку к полету, особенности организации воздушной разведки и управления огнем артиллерии при выполнении огневых задач, а также способы их обнаружения и уничтожения.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АКБ	–	аккумуляторная батарея
БпЛА	–	беспилотный летательный аппарат
ДВ	–	дистанционный взрыватель
ДТ	–	дистанционная трубка
ОП	–	огневая позиция
РВ	–	радиолокационный взрыватель
РОгЗ	–	разведывательно-огневая задача
РОВ	–	район особого внимания
ЦГР	–	центр группы разрывов

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий расцвет малых беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) начался в конце 2000-х годов, когда его подстегнуло стремительное развитие потребительской электроники, и прежде всего сотовых телефонов. Именно для них были разработаны и начали массово выпускаться многие компоненты, необходимые для построения эффективного и миниатюрного разведывательного аппарата: электроника, позволяющая проводить достаточно качественную фото- и видеосъемку, модули радиосвязи, приемники глобального позиционирования, а также емкие, легкие и компактные АКБ.

Наибольшее распространение среди них получили традиционные авиационные схемы — многовинтовые вертолеты (мультикоптеры) хорошо знакомые сегодня всем любителям радиоуправляемых моделей.

К микро (мини)-БпЛА сейчас принято относить аппараты максимальной взлетной массой менее 5 (25) кг. Даже в таких габаритах сейчас вполне возможно создать эффективного разведчика тактического звена, способного обеспечить подразделению, вооруженному им, значительное превосходство на поле боя.

Простые, дешевые и надежные аппараты этой схемы легки и стабильны в полете и, в отличие от классических «самолетных» аэродинамических схем, имеют гораздо лучшую управляемость и маневренность на низких скоростях. Особенности конструкции делают возможным модульность и легкую смену целевых нагрузок в полевых условиях. Кроме того, такая конструкция легко масштабируется по размерам и грузоподъемности.

Самой актуальной задачей микро (мини)-БпЛА на завтрашний день является углубление их интеграции в автоматизированные системы управления тактического звена.

# 1.СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ МИКРО (МИНИ)-БПЛА

## 1.1 Основные понятия

Беспилотное мобильное средство – это искусственный мобильный объект многоразового или условно-многоразового использования, не имеющий на борту экипажа (человека-пилота) и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в пространстве для выполнения различных функций в автономном режиме (с помощью собственной управляющей программы) или посредством дистанционного управления (осуществляемого человеком-оператором или диспетчерским центром).

Именно термин беспилотное мобильное средство представляется наиболее точным русскоязычным эквивалентом термина «unmanned vehicle» (UV).

Беспилотное мобильное средство функционирует не абсолютно самостоятельно, а в составе комплекса, куда могут входить еще другие беспилотные мобильные средства, центр управления, диспетчерские пункты, ретрансляционные узлы, станции подзарядки, средства транспортирования, запуска, посадки и т.д. Все вместе это принято называть UVS – Unmanned Vehicle System – беспилотная мобильная система.

Беспилотные мобильные средства могут быть дистанционно управляемыми или автономными. Для них существуют общие название – ROV – Remotely Operated Vehicle и AUV – Autonomous Unmanned Vehicle. Как правило, автономность не является стопроцентной: обычно оператор имеет возможность корректировать поведение аппарата или переводить его на ручное дистанционное управление.

Существует следующее разделение беспилотных систем по степени автономности мобильных средств: «man-in-the-loop

systems» (с управляемыми объектами, когда удаленный оператор является необходимым звеном системы управления), «man-on-the-loop systems» (с контролируемыми объектами, когда все обычные задачи решаются без участия оператора, а вмешательство его требуется только в ответственных случаях), «fully autonomous systems» (полностью автономные системы, когда оператор только инициирует систему для выполнения задачи).

## 1.2 Концепция развития БпЛА

Назначение малых тактических БпЛА следует из его названия – работа в интересах нижнего тактического звена подразделений (батальон, рота, взвод), что определяется небольшим радиусом действия подобных аппаратов. В любом случае даже микро-БпЛА будет оружием коллективным, требующим специально подготовленных операторов и грамотного технического обслуживающего персонала.

По кругу решаемых задач на микро (мини)-БпЛА могут быть возложены не только задачи разведки и корректирования огня, как наиболее очевидные. Подобные летальные аппараты могут уже на данном техническом уровне развития использоваться в качестве летающих ретрансляторов, что особенно важно для применения на пересеченной местности, где даже спутниковая связь имеет «теневые зоны». Тем более это важно для маломощных индивидуальных передатчиков, используемых в звене, рота-взвод. Микро (мини)-БпЛА могут использоваться и в качестве отметчика цели. При этом аппарат может совершить посадку в районе цели или прямо на нее (например, на танк) и, пользуясь своей малой заметностью, довольно продолжительное время работать в качестве радиомаяка или лазерного отражателя. При наличии дипольных отражателей и радиответчиков БпЛА могут играть роль ложных целей. Возможна доставка БпЛА различных средств поражения (слезоточивых газов типа CS, зажигательных зарядов, гранат, мин малого калибра...).

У таких БпЛА есть и еще одно важное преимущество – возможность повторного взлета в случае падения аппарата на землю или промежуточной посадки. Учитывая сложную электронную начинку и небольшой вес микро (мини)-БпЛА, достаточна высокая вероятность потери управления вследствие сбоя в работе электро-

ники или, например, резкого порыва ветра. Электролет же, особенно со схемой вертолета, после восстановления работоспособности вполне может вновь подняться в воздух. Микро (мини)-БПЛА может использоваться также для выполнения своих задач с места промежуточной посадки, причем не только с земли, но и с крыши здания, транспортного средства.

Навигация может осуществляться как с помощью традиционных средств (гироскопов, приемников систем глобального позиционирования GPS, маячковых систем), так и с помощью, например, «органов чувств», близких к эхолокации летучих мышей. Прием отраженного электронного или ультразвукового сигнала (работа сонара) может позволить микро-разведчику избежать столкновений с окружающими предметами и эффективно действовать в зданиях, городе, лесу и горах. Уже сейчас микро (мини)-БПЛА способны решать ряд задач в боевой обстановке.

Распределение разработок БПЛА по категориям ведущих стран – разработчиков (рис.1) и производителей (рис.2) по версии «Рособоронэкспорта».

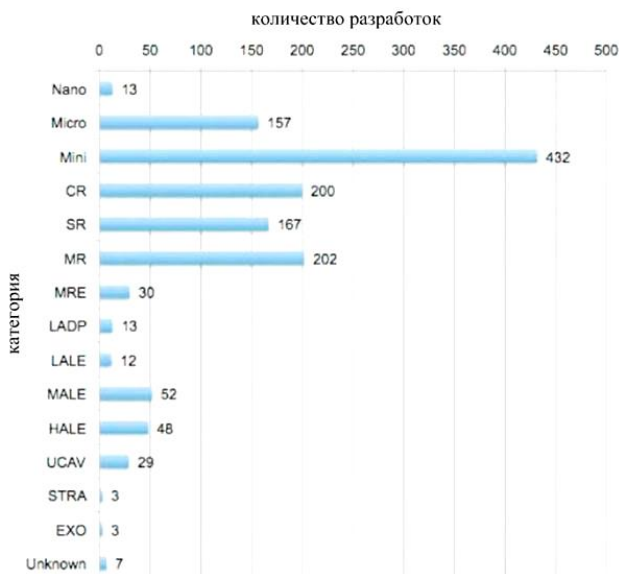


Рис.1 Распределение разработок БПЛА по категориям

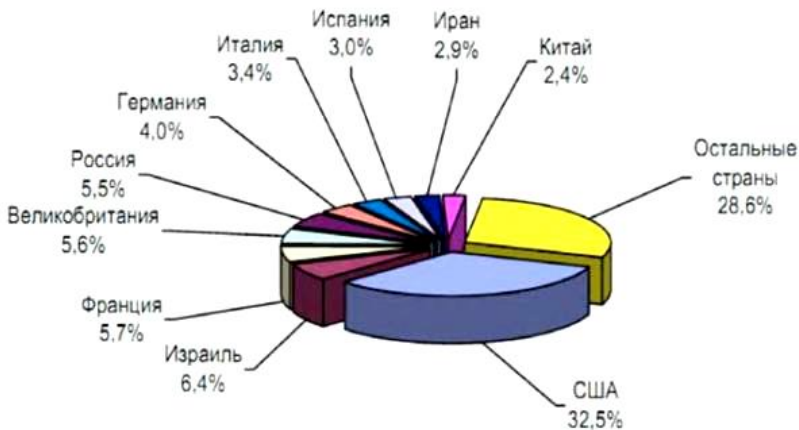


Рис.2. Ведущие страны производители БПЛА.

По результатам исследований, опубликованным в американском еженедельнике Aviation Week & Space Technology, объем мирового рынка разработок и производства беспилотных летательных аппаратов в 2014-2023 гг. составит 3 млрд. Около 6 млрд будет израсходовано на производство БПЛА, 7 млрд – на проведение НИОКР в области беспилотной техники, –3 млрд на сервисное обслуживание БПЛА. Прогноз рынка коммерческих БПЛА (рис.3) к концу 2022 года от международного аналитического агентства Interact Analysis.

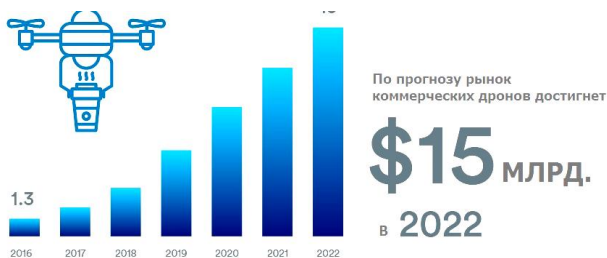


Рис.3. Прогноз рынка коммерческих БПЛА.

В ближайшие годы международный рынок беспилотной техники будет находиться на подъеме. В этой связи интересны прогнозы



аналитической фирмы Forecast International: объем продаж БПЛА в мире вырастет до 2,3 млрд. долл. в 2023 г. Лидерство будут сохранять США, на долю которых придется 65 % рынка (Northrop Grumman 41 % и General Atomics 22 %). Оставшиеся 37 % придутся на остальные страны, среди которых Израиль, Франция, Великобритания, Италия и т. д.

Что касается объемов закупок БПЛА, то здесь первое место в ближайшее десятилетие также по-прежнему за США – 34,9 % (13,66 млрд. долл.). На Азиатский регион придется 36,6 % (14,33 млрд. долл.), на европейские страны – 14,6 % (5,77 млрд. долл.), на остальные страны мира – 13,9 % (5,45 млрд. долл.).

Среди различных типов БПЛА по объемам продаж будут лидировать тактические TUAV – 40,7 % (15,94 млрд. долл.). На аппараты с большой продолжительностью полета MALE придется 34,6% (13,56 млрд. долл.), на высотные с большой продолжительностью полета HALE и ударныеUCAV – 21,4 % (8,39 млрд. долл.). Объем рынка портативных БПЛА составит 1,7 % (0,64 млрд. долл.).

Специфика летно-технических характеристик обуславливает ряд дополнительных, крайне важных, преимуществ построения и эксплуатации коммерческих БПЛА:

- применение классической аэродинамической схемы, которая обеспечивает устойчивость и простоту управления;

- использование «толкающих» двигателей, обладающих большим коэффициентом полезного действия по сравнению с тянущим двигателем;

- оснащение электрическими двигателями, выгодно отличающимися простотой в эксплуатации;

- возможность использования нетрадиционных видов энергии (солнечных батарей, криогенного топлива и др.), позволяющих применять БПЛА без ограничения их полета по времени;

- значительное снижение общего уровня затрат, связанных с переброской и временным базированием достаточно компактных подразделений БПЛА в районы боевого предназначения, ремонтом и обслуживанием БПЛА и обеспечивающей аппаратуры в полевых условиях;

- малая радиолокационная заметность (ЭПР БПЛА находится в пределах 0,01-0,001 м<sup>2</sup>), визуальная заметность менее 100 м (при

идеальных погодных условиях), слышимость 15-50 м, малая ИК-сигнатура при высоте ведения разведки от 100 до 1000 м;

малые геометрические размеры, обуславливающие низкие значения вероятностей поражения снарядами зенитной артиллерии, а также приводящие к несрабатыванию радиовзрывателей ЗУР при их подлете в район цели;

низкие скорости полета (10-30 м/с). Большинство современных ЗРК имеют ограничения на обстрел воздушных целей при их минимальной скорости до 100 м/с. Кроме того, при облучении малоразмерных БПЛА радиолокаторами возможно их попадание в стробы защиты РЛС от пассивных помех и местных предметов, что делает их неразличимыми на фоне местности или в облаке пассивных помех;

обеспечение потребителя информации потоковым видео практически в реальном масштабе времени;

низкая стоимость разработки и эксплуатации БПЛА, в десятки, а то и сотни раз меньше стоимости современных пилотируемых средств, выполняющих многие аналогичные боевые задачи. При этом сохраняются дорогостоящий летный состав, самолеты, вертолеты и др.

### 1.3 Обзор беспилотных летательных аппаратов коммерческого назначения

По данным [26] топ лучших БПЛА по дальности полета (табл.1).

Таблица 1

Топ лучших БПЛА по дальности полета





Наименование	Microdrones md4-3000	Aerial Technology International AgBOT	The Allied Drones HL48 «Chaos»	Xact Sense Titan	AEE F100
<b>Дальность, км</b>	<b>50</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>10</b>
Время полета, мин	45	26	45	60	70
Скорость, м/с	20	17	13,4	27	27,7
Вес, кг	10,4	4,7	6,8	8,1	6

DJI, Syma, Hubsan, MJX, JXD, Parrot, Walkera, Holy Stone, Autel – самые известные фирмы производители. По данным аналитиче-

ского агентства Interact Analysis доминирование DJI Innovations на рынке очевидно. В последние годы она контролировала более 50 % рынка, что в 2 раза больше, чем 5 следующих игроков вместе взятых. DJI одна из лучших фирм производителей (занимается разработкой дронов на протяжении 10 лет), представленных на Российском рынке: линейка дронов Mavic и Phantom. Помимо DJI в сравнительном обзоре представлен складной дрон от известного бренда GoPro – Karma. (табл.2).

Таблица 2

Сравнительный обзор коптеров

Название	DJI Inspire 2	DJI Phantom 4	DJI Mavic Pro	GoPro Karma
Внешний вид				
Квадрокоптер	складной	не складной	складной	складной
Вес, г	1388	1380	743	1000
Максимальная горизонтальная скорость, м/с	20	20	18	15
Мах допустимая скорость ветра, м/с	20	10	10	10
Время полета, мин	30	30	27	20
	Время может меняться в зависимости от манеры управления, погодных условий и высоты.			
Рабочая температура, ° C	от 0 до 40			
	(если имеется система самообогрева, то она будет поддерживать оптимальную температуру батарей даже при – 20			
Мах дальность полета, км	7	7	15	3
Мах рабочая высота, м	4500	6000	5000	4500
Точность зависания, м	верт	+/-0,5	+/- 0,3	+/- 0,1
	гор	+/-1,5	+/-0,3,	+/- 0,1
Угловая точность управления, град	± 0,01	± 0,02	± 0,02	± 0,01
Время зарядки АКБ, мин	В среднем 60, количество одновременно заряжаемых батарей и время зарядки зависит от мощности зарядного устройства (50 Вт, 100Вт...)			
Дальность управления с пульта, км	7	4	7	3
Дальность действия сонара, м	от 0,7 до 15	от 0,7 до 15	15-30	нет
Камера	в комплекте, 4К	в комплекте, 4К	в комплекте, 4К не съёмная	в комплекте нет, обычно ставят 4К
Подвес	съёмный	не съёмный	не съёмный	съёмный
Пропеллеры	съёмные	съёмные	складные	съёмные
Ручной подвес	есть	нет	нет	есть
Средство транспортировки	кейс	кейс	сумка	кейс

Пульт управления и онлайн трансляция (вариант)				
Время работы АКБ	4-5 полетов	4-5 полетов	5-6 полетов	4 часа
Время зарядки пульта, ч	В среднем до 4			
Операционная система	iOS, Android			
Пульт	+ планшет или смартфон	+планшет или смартфон	+смартфон	со встроенным монитором 5"
Трансляция изображения	7 км	5 км	7 км	1 км Wi-Fi
Программа	DJI Go			Go Pro Passenger
Камера	есть	есть	есть	есть
Подвес	Все имеют трехосевые стабилизированные подвесы, которыми можно управлять с пульта и поворачивать камеру вниз на 90° прямо в полете.			
Линза	По горизонтали 60°, по вертикали 54°	По горизонтали 94°, по вертикали 54°	По горизонтали 78°, по вертикали 54°	По горизонтали 122°, по вертикали 94°
Камера	есть	есть	есть	нет (опционально)
Аккумуляторы, mAh	5835	5350	3830	5100
Время зарядки АКБ, мин	В среднем 60, количество одновременно заряжаемых батарей и время зарядки зависит от мощности зарядного устройства (50 Вт, 100Вт...)			
Датчики	GPS, ГЛОНАСС	GPS, ГЛОНАСС	GPS, ГЛОНАСС	GPS
Датчики обнаружения препятствий, шт	2 впереди	2 впереди	2 впереди, 2 снизу	нет
Хранение информации	Micro SD™ макс. объем: 64 Гб, скорость: Class 10 или UHS-1			
все приведенные характеристики могут быть изменены				

Существует два класса коптеров. Первый класс – гражданско-бытового назначения. К этому классу относятся те, которые можно приобрести в розничной торговой сети: DJI Phantom; DJI Mavic и даже DJI Matrice, а также аналогичные других торговых марок. Второй класс – специализированные, которые разрабатываются и поставляются в интересах специальных государственных служб и ведомств: R.A.L. X6T, ZALA AERO, и другие подобные им.

Сейчас, наиболее доступный и востребованный в войсках класс коптеров, это именно те беспилотники, которые имеют гражданско-бытовое назначение. Но тут тоже есть нюансы. Эти беспилотники имеют весьма разные технические характеристики и могут быть пригодны для решения далеко не всех задач. Эти коптеры можно разделить на дневные и ночные, и которые в свою очередь можно разделить еще на три группы ближняя, средняя и дальняя разведка. К коптерам которые могут выполнять задачи в ночных условиях относятся: DJI Matrice 300 или DJI Matrice 30T с комплектом дополнительного оборудования, а именно специализированная камера и тепловизор. Стоимость такого комплекта порядка 4 - 5 миллионов рублей, в зависимости от характеристик дополнительного оборудования. Этот коптер может решать целый спектр задач по разведке и

целеуказанию на больших и средних дистанциях – от 5 километров и выше. Mavic 2 Enterprise Advanced и Mavic 2 Enterprise Dual. Эти модели отличаются размером матрицы тепловизора. У Mavic 2 Enterprise Advanced матрица тепловизора 640×512 @30 Гц и цифровой зум в 16х, что ему уже позволяет вести наблюдение на средних дистанциях - до 2 км, а у Mavic 2 Enterprise Dual 640×480 без масштабирования картинки, то есть на ближних дистанциях не более одного километра. В дневных условиях оба коптера за счет хорошей оптической матрицы и разрешения видео формата 4К могут вести наблюдение за противником на дистанции 2-3 километра. Соответственно цена первого составляет более миллиона рублей, а более простая версия Enterprise Dual стоит порядка полумиллиона рублей. Теперь что касается коптеров, которые пригодны для работы исключительно в светлое время суток. Начнем с ближней разведки. По своей сути, это задачи, посмотреть, что находится за ближайшим домом, лесопосадкой, холмом, все то, что находится в пределах 1-1,5 километрах. Характерные представители этого класса, DJI Mini SE и DJI Mini 2. Эти достаточно небольшие коптеры могут решать ближайшие задачи по наблюдению и способны вести передачу видеoinформации на дистанции до 2-3 километров. Это их максимальная дистанция работы, на которой они эффективны. Время непрерывного полета на одном аккумуляторе составляет в среднем порядка 20 мин, способен решать тактические задачи разведки в интересах взвода или роты. Стоимость таких изделий находится в пределах 100 тыс. рублей. Следующие представители семейства DJI, которые могут быть использованы на средних дистанциях разведки, типа Mavic 2 Pro, DJI Mavic Air 2S или Mavic 2 Zoom. Они уже имеют достаточно хороший АКБ и более продвинутую камеру, за счет чего они могут находиться в воздухе уже до 30 минут и вести разведку с дистанции до 5 километров. По большому счету могут решать тактические задачи разведки или целеуказания в интересах батальона. Стоят подобные изделия от 200 до 350 тыс. рублей, в зависимости от комплектации. Отдельно хотелось бы сказать на счет DJI Mavic 3. Несмотря на то, что это более современная версия коптера и он имеет более выдающиеся характеристики по сравнению со своими младшими моделями, такие как время нахождения в полете до 40 минут и видеокамеру повышенной четкости, тем не менее, решать задачи по тактической разведке он скорее мо-

жет в интересах батальона, то есть, до 5 километров. Стоимость такого изделия в зависимости от комплектации от 400 до 950 тыс. рублей. Основные ГТХ коптеров семейства Mavic (приложение 6). ТОП 10-и коптеров 2022 года (приложение 7).

#### 1.4 Классификация и устройство БПЛА

Международной ассоциацией по беспилотным системам AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International) была предложена универсальная классификация БПЛА (табл.3). Приведенная классификация распространяется как на уже существующие, так и на перспективные БПЛА.

Таблица 3

Классификация беспилотных летательных аппаратов

Категория БПЛА		Взлетная масса, кг	Дальность полета, км	Высота полета, м	Время полета, ч
Нано	< 0,025	<1	100	1	до 0,5
Микро	Micro ( $\mu$ )	<5	<10	250	до 1
Мини	Mini	5-25	<10	500	до 2
Легкие для контроля переднего края обороны	Close Range (CR)	25-150	10-30	3000	2-4
Легкие с малой дальностью полета	Short Range (SR)	50-250	30-70	3000	4-6
Средние	Medium Range (MR)	150-500	70-200	5000	6-10
Средние с большой продолжительностью полета	Medium Range Endurance (MRE)	500-1500	>500	8000	10-18
Маловысотные БПЛА для проникновения в глубину обороны противника	Low Altitude Deep Penetration (LADP)	250-2500	>250	50-9000	1
Маловысотные БПЛА с большой продолжительностью полета	Low Altitude Long Endurance (LALE)	15-25	>500	3000	свыше 24
Средневысотные БПЛА с большой продолжительностью полета	Medium Altitude Long Endurance (MALE)	1000-1500	>500	5000-8000	24-48

Наиболее массовое распространение получили БПЛА, имеющие схему построения вертолетного типа. Подъемная сила у аппаратов этого типа создается за счет вращающихся лопастей несущего винта (винтов). Крылья либо отсутствуют вовсе, либо играют вспомогательную роль.

Очевидными преимуществами БПЛА вертолетного типа являются способность зависания в точке и высокая маневренность. Схемы построения БПЛА вертолетного типа (табл. 4).

Таблиц 4

### Схемы построения БПЛА вертолетного типа

Одновинтовая с хвостовым рулевым винтом



Двухвинтовая поперечная



С перекрещивающимися несущими винтами



Вертолеты с крылом



Двухвинтовая соосная



Двухвинтовая продольная



Реактивные вертолеты



Винтокрылы



Гибридные винтокрылые аппараты:

автожиры



Конвертопланы



Многовинтовые вертолеты (мультикоптеры)



Самая распространенная и доступная схема мультикоптеры – аппараты, имеющие два несущих винта и более. Реактивные моменты уравновешиваются за счет вращения несущих винтов попарно в разные стороны или наклона вектора тяги каждого винта в нужном направлении (рис.4).

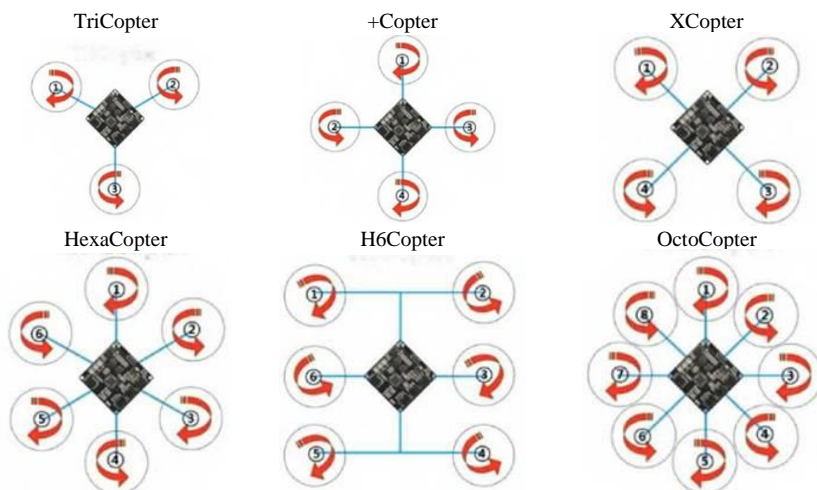


Рис. 4. Схемы построения мультикоптеров

Соответственно с двумя симметричными несущими винтами – бикоптеры, трехроторные – трикоптеры, четырехроторные – квадрокоптеры, шестироторные – гексакоптеры, восьмироторные – октокоптеры.

Квадрокоптер (quadcopter) – самая распространенная схема построения мультикоптеров. Наличие четырех жестко зафиксированных роторов дает возможность организовать простую схему организации движения. Существуют две таких схемы движения: схема «+» и схема «X». В первом случае один из роторов является передним, противоположный ему – задним, и два ротора являются боковыми. В схеме «X» передними являются одновременно два ротора, два других являются задними, а смещения в боковом направлении также реализуются одновременно парой соответствующих роторов. Алгоритм управления вращением винтов для схемы «+» несколько



проще и понятнее, чем для схемы «X», однако последняя используется все же чаще из-за конструктивных преимуществ: при такой схеме проще разместить фюзеляж, который может иметь вытянутую форму, бортовая видеокамера имеет более свободный обзор. Типичный состав оборудования квадрокоптера (рис. 5). Для аппаратов с другим количеством роторов он аналогичен.

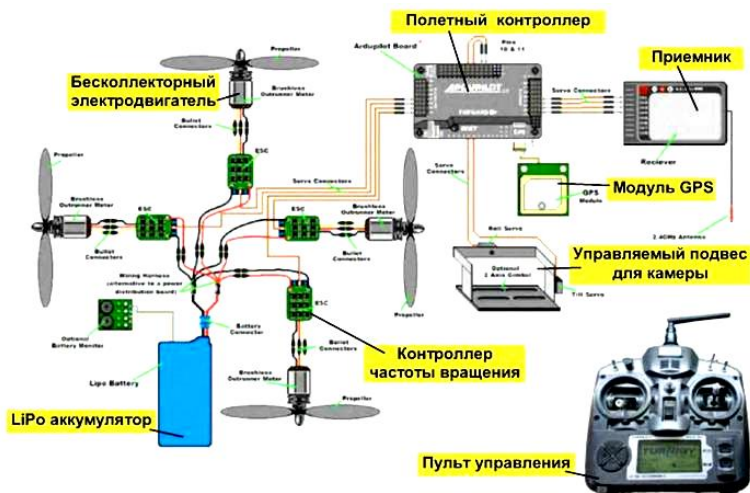


Рис. 5. Типичный состав оборудования квадрокоптера

Квадрокоптер оснащен бортовым GPS-приёмником, набором навигационных датчиков (акселерометр, гироскоп, барометр, ультразвуковой дальнометр), камерой с трёхосевым подвесом, обеспечивающим хорошую стабилизацию, световыми индикаторами состояния. Команды, принятые приемником, поступают в полетный контроллер в виде широтно-импульсного сигнала. Здесь они с учетом текущей навигационной информации (получаемой в самом полетном контроллере от встроенных микросистемных гироскопов и акселерометров), а также с учетом сигналов с модуля GPS преобразуются в широтно-импульсные сигналы управления двигателями, которые подаются на контроллеры частоты вращения двигателей (ESC – Engine Speed Control).

Управление квадрокоптером осуществляется при помощи пульта управления. Задача полетного контроллера — переводить коман-

ды от пульта управления в сигналы задающие обороты двигателя. Также в нем установлены инерциальные измерительные датчики, позволяющие следить за текущим положением платформы и выполнять автоматические регулировки. Полетный контроллер состоит из двух блоков: стабилизатор питания со светодиодом, непосредственно управляющая электроника.

В квадрокоптерах используют специальные бесколлекторные двигатели с самозатягивающимися пропеллерами или новый механизм крепления пропеллеров (Push-and-Release). С помощью этого механизма блокировки, пропеллеры могут выдерживать резкие изменения скорости вращения двигателей, что позволяет коптеру быть маневренным и оперативно реагировать на команды пилота.

Для управления этими двигателями необходимо формировать трехфазное напряжение и относительно большие токи, чем и занимаются регуляторы оборотов. Для каждого двигателя необходим свой регулятор оборотов. Для управления регуляторами оборотов принят такой же сигнал, как и для сервоприводов, то есть импульсы, следующие с частотой 50 Гц и длительностью, меняющейся от 0,8 до 2,1 мс. Чем длиннее управляющий импульс, тем выше обороты двигателя. Все четыре регулятора оборотов подключаются к полетному контроллеру.

Двигатели квадрокоптера в зависимости от размера могут потреблять значительные токи – суммарный ток может достигать 100 А при наборе высоты. Вес АКБ должен быть как можно меньше и иметь высокую токоотдачу. И наилучшими характеристиками с этой точки зрения обладают литий-полимерные аккумуляторы (Li-PO) (рис 6.)



Рис.6. Внешний вид Li-PO АКБ

К характеристикам Li-PO АКБ относятся: емкость, максимальный разрядный ток, напряжение.

**Емкость (А/ч)** – это такой ток, который до полного разряда может выдавать аккумулятор в течение часа. Например, если емкость аккумулятора 3 А/ч, то значит он может в течение одного часа выдавать ток 3 А. При токе 1 А его хватит на 3 часа, а при токе 30 А он разрядится за 6 минут.

**Максимальный разрядный ток (А)** указывает, во сколько максимальный разрядный ток превышает емкость. Например, значение «30-40 С» для аккумулятора с емкостью 3 А/ч означает, что он кратковременно может выдавать ток 90-120 А. Естественно, при выборе АКБ необходимо руководствоваться меньшим значением.

**Напряжение (В)** одной ячейки Li-PO аккумулятора составляет порядка 3,7 В. Соответственно, чем больше ячеек, тем больше напряжение аккумулятора.

Кроме перечисленных достоинств Li-PO аккумуляторы обладают низким саморазрядом, отсутствие эффекта памяти, имеют большой диапазон рабочих температур и малый перепад напряжения по мере разряда. К недостаткам можно отнести не самую высокую плотность заряда, малое количество рабочих циклов и пожароопасность. Кроме того, для заряда Li-PO аккумуляторов, состоящих из нескольких ячеек, необходимо применять специальные зарядные устройства, работающие от сети 12-15 В (рис. 7), обеспечивающие равномерный заряд ячеек.

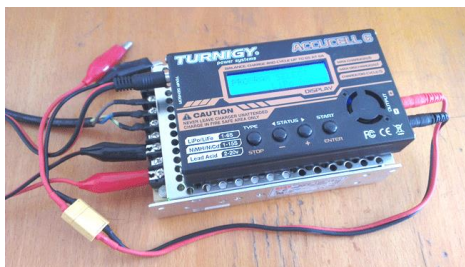


Рис. 7. Внешний вид зарядного устройства

Особенность этого зарядного устройства в том, что оно умеет делать балансировку ячеек аккумулятора – аккумулятор подключа-

ется к нему не только силовым разъемом, но и дополнительным балансировочным разъемом, на который выведены все ячейки по отдельности. Это дает возможность заряжать все ячейки равномерно, что дает одинаковое распределение нагрузки на банки аккумулятора в процессе эксплуатации. Зарядное устройство умеет измерять внутреннее сопротивление и проводить цикл измерения емкости. В последнем случае он полностью разряжает и заряжает АКБ и выдает информацию о том, какой реальной емкостью она обладает.

Заряжать требуется не только АКБ квадрокоптера, но и пульта управления, средства отображения информации (телефона, планшета, ноутбука...), поэтому при автономной работе требуется электрогенератор (рис.8)



Рис.8. Электрогенератор

Если имеется больше одной батареи, то требуется зарядный хаб-концентратор (разветвитель) для одновременной зарядки нескольких АКБ (рис.9).



Рис.9. Зарядный хаб-концентратор (разветвитель)

Для подключения АКБ используют специальные коннекторы (дополнительно подпружинены для обеспечения большой площади

контакта) и провода (рис.10) в силиконовой изоляции, которая способна выдерживать высокие температуры.



Рис.10 Внешний вид коннекторов и проводов

Пульт заряжается в течение 4 часов, при этом его заряда хватает на 4-5 полётов с полностью заряженными аккумуляторами. Заряжать одновременно пульт управления и батарею запрещено.

Для защиты пропеллеров часто предусматривают специальные охватывающие ограждения (рис. 11).



Рис. 11 Квадрокоптер с защитой пропеллеров

Для увеличения подъемной силы и повышения живучести аппарата часто объединяют на одной балке тянущий и толкающий винты с соответствующими двигателями (рис. 21). Гексакоптеры и октокоптеры, имеющие соответственно по 6 и 8 роторов, обладают большей грузоподъемностью по сравнению с квадрокоптерами.



Рис. 12 Квадрокоптер с совмещенными винтами

Они также способны сохранять устойчивый полет при выходе из строя одного ротора. Такие аппараты отличаются также гораздо меньшим уровнем вибраций, что особенно важно для видеосъемки.

## 2. Состав и возможности комплекса БПЛА

### 2.1 Состав комплекса БПЛА

*Типовой состав расчета комплекса БПЛА (рис.13):*

начальник расчета, оператор, водитель (при наличии средства перемещения). В составе может быть и один человек, однако это не дает возможности своевременного обслуживания и подготовки, следующих БПЛА к полету.



Рис.13 Оператор БПЛА на позиции

*Типовой состав комплекса БпЛА с квадрокоптером может включать (рис.14):*

два и более коптера с комплектом сменяемых целевых нагрузок различных типов в транспортировочных контейнерах;

аппаратуру отображения, обработки, передачи и записи информации (консоль управления, пульт управления, фильтры видеокамеры);

средства связи и коммутации;

средства зарядки АКБ, дополнительные АКБ;

средства обеспечения пусков и эксплуатации БпЛА (ЗИП).



Рис.14 Типовой состав комплекса БпЛА с квадрокоптером

Консоли управления являются важнейшим элементом (рис.15). Многие консоли имеют сенсорные экраны и рукоятки управления (джойстики) как в игровых приставках; зачастую они выполняются в виде одноблочных устройств, в которых объединены экран и элементы управления (иногда с защитой от солнца).



Рис.15 Типы консолей управления



## 2.2 Возможности программного обеспечения

Могут быть использованы: станция усиления сигнала с антенной круговой или линейной поляризации (рис.15), модуль передачи цифрового видеосигнала (рис.16) и очки для полетов «от первого лица» (рис.17)



Рис. 15 Станция усиления сигнала на штативе совместно с дополнительным средством отображения информации



Рис. 16 Модуль передачи видеосигнала OcuSync



Рис.17 Очки для полетов «от первого лица»

Облегчение нагрузки, ложащейся на операторов при управлении, является ключевым конструктивным принципом, который большинство производителей стремятся реализовать.

Программное обеспечение предназначено для работы с портативными компьютерами (планшетами, ноутбуками, смартфонами и т.д.) и специализированными контроллерами.

К ним относятся: DJI GO 4, Litchi, Autopilot и другие, работающие на платформе Android и iOS. Они обеспечивают настройку квадрокоптера, калибровку его навигационных устройств, вывод телеметрии, управление камерой. По отзывам и опросам пилотов, чаще предпочтение отдается **Litchi** (стоимость 25\$ для IOS и 30\$ для Android) – одна из лучших программ на русском языке, выдает координаты борта в режиме реального времени (WGS 84). Имеет условную сетку на экране позволяющую быстро определить расстояние по зависимости от высоты. Есть диагональ-перекрестье служащая целеуказанием при опускании камеры строго вниз. Реализован автоматический полет по точкам без связи с оператором. Желающие большие возможности выбирают **Autopilot** (стоимость 30\$ только для IOS). Если интересует бесплатное приложение, то это **DJI GO**. В любом случае потребуется программа типа «Геодезист» для перевода координат из международной WGS 84 в российскую СК42 Гаусса-Крюгера.

Интерфейс программ (рис.18-20).



Рис. 18. Интерфейс программы DJI GO

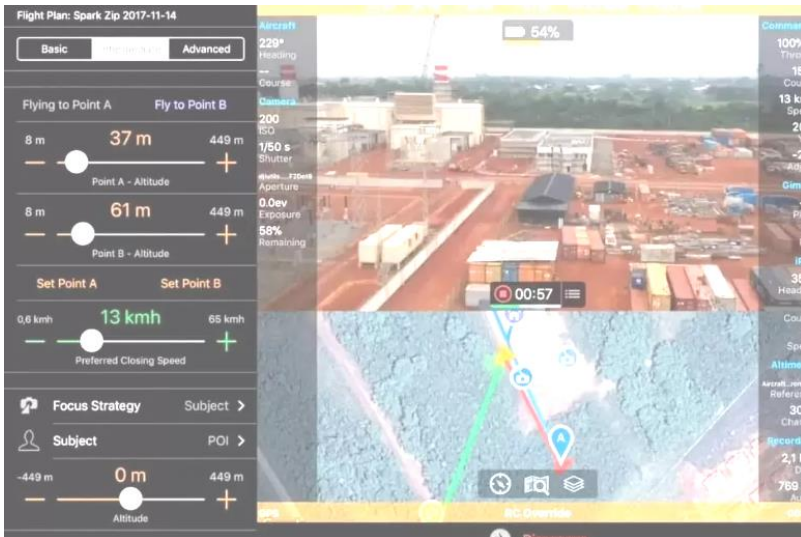


Рис. 19. Интерфейс программы Autopilot

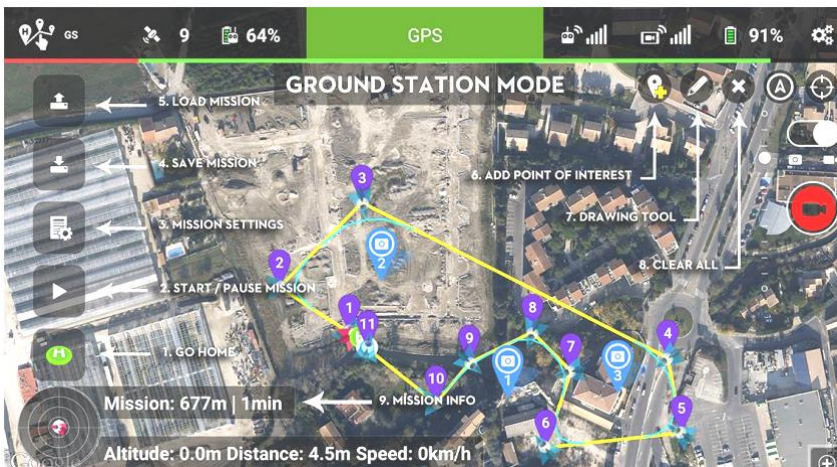


Рис. 20. Интерфейс программы Litchi

Режимы интеллектуального полета БПЛА.

**1. Draw.** Для того чтобы задать курс БПЛА, необходимо нарисовать точки на экране, и он проследует по заданному маршруту на заданной высоте. Это дает возможность оператору полностью сосредоточиться на видео или фотосъемке после указания маршрута. Это тип полета имеет два подвида:

**Standard** – полет осуществляется по заданным точкам с заданной скоростью. В таком случае камера аппарата повернута в сторону полета.

**Free** – осуществляется полет по заданному заранее курсу, но при этом камера аппарата находится в свободном доступе и под полным управлением пилота.

**2. ActiveTrack** – БПЛА будет следовать за выбранной движущейся целью – распознает образ и отслеживает объект. Три режима захвата объекта:

**Trace** – БПЛА будет в автоматическом режиме облетать все препятствия, а следовать либо «за» объектом, либо «перед» ним.

**Profile** – полет осуществляется в непосредственной близости к объекту съемки с разных углов, что дает возможность получить более полную информацию.

**Spotlight** – в этом случае камера фокусируется только на объекте, а полет осуществляется в любом положении.

**3. Follow Me** – позволяет БПЛА следовать за оператором, находящимся в движении (на автомобиле).

**4. TapFly** – режим дает возможность БПЛА осуществлять автономный полет к заданной точке на дисплее. Нажать на любую точку в радиусе дисплея, а после этого нажать на кнопку «Go». БПЛА отправится к заданной точке напрямую, облетая возможные препятствия в автоматическом режиме. Но при этом сохраняется возможность вмешаться в процесс полета. Режим имеет три варианта:

**TapFly Forward** – полет осуществляется в прямом и автономном режиме, а камера фиксируется в направлении полета.

**TapFly Backward** – полет осуществляется в прямом направлении и автономном режиме, но при этом камера аппарата фиксируется в противоположную сторону от направления полета.

**TapFly Free** – полет осуществляется по прямой, но при этом последующее управление устройством блокируется, но становится

доступной возможность поворота камеры в любую сторону. В этом режиме полета БПЛА не будет автоматически облетать препятствия.

**5. Return to Home или Failsafe** – БПЛА будет автоматически записывать свой маршрут, чтобы в случае потери связи с пилотом, вернуться в исходную точку, облетая препятствия в автоматическом режиме, основываясь на ранее записанном маршруте. Вернувшись на место взлета, аппарат осуществит мягкую посадку.

**6. Gesture Mode** – режим селфи. Для включения необходимо поднять руки вверх и устройство переключится на режим селфи, помещая объект съемки в центр кадра.

Программа DroneDeploy (в Play Market доступно бесплатно): вы рисуете на картографической подложке область разведки, задаёте параметры съемки (высота, перекрытие, направление), выбираете точку начала съемки, нажимаете на «Старт».

Многообразие возможных движений квадрокоптера в пространстве (рис.21).

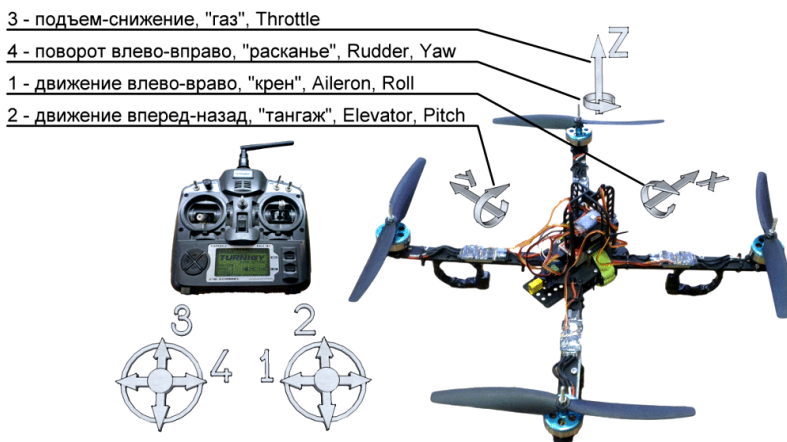


Рис. 21. Многообразие возможных движений коптера

Термины для обозначения пришли из авиации.

**Throttle** – «дроссель», «тяга» или «газ» в обиходе. В планерах «газ» определяет скорость движения вперед, то есть вектор силы приложен вдоль оси X. В квадрокоптерах он управляет подъемом платформы, то есть вдоль оси «Z».

**Rudder** – «руль направления». У планеров это часть хвостового оперения, которая позволяет самолету поворачивать. В квадрокоптерах этим словом также обозначают управление носом платформы.

**Elevator** – «руль высоты». В планерах находится в хвосте и позволяет задраить или опустить нос и, тем самым, снизиться или набрать высоту. В квадрокоптерах позволяет двигаться вперед или назад.

**Aileron** – «элероны». Часть конструкции крыла планера, которая позволяет управлять креном. Квадрокоптер за счет крена может двигаться боком влево или вправо.

Помимо преобразования команд оператора в команды двигателя полетный контроллер стабилизирует полет платформы. Стабилизация необходима по причине:

- не идентичность винтомоторных групп и регуляторов оборотов;
- неравномерность распределения нагрузки на двигатели из-за смещения центра тяжести;
- «сдувание» ветром.

Для компенсации этих воздействий в составе полетного контроллера есть инерциальная измерительная система, которая включает в себя акселерометр, гироскоп, магнитометр и барометр. В более дорогих моделях дополнительно используют GPS-приемники. Даже в моменты, когда оператор пытается удерживать коптер на месте полетный контроллер продолжает активно менять тягу двигателей компенсируя все возможные ускорения и вращения.

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗВЕДКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

#### 3.1. Задачи воздушной разведки

*БпЛА способны решать задачи по обслуживанию артиллерии:*  
разведки и определения координат целей;  
обслуживания стрельбы артиллерии (пристрелка цели, корректирование огня в ходе стрельбы на поражение, определение точки встречи при поражении движущихся наземных целей, определение результатов стрельбы на поражение).

*Определение результатов стрельбы на поражение заключается в сборе информации о цели после огневого воздействия по ней. При этом производится:*

- определение нахождения цели на прежней позиции;
- оценка состояния цели после огневого воздействия;
- определение количественных и качественных показателей огневого воздействия по цели (величины нанесенного ущерба);
- вскрытие характера действий цели или его изменение;
- уточнение (при необходимости) координат цели и других ее характеристик для повторного поражения.

Время выполнения основных операций расчетом БпЛА типа квадрокоптер приведено в приложении 1.

*Основные задачи воздушной разведки:*  
разведка артиллерийских и минометных батарей (взводов), танков и пехоты в районах сосредоточения и на марше, оборонительных сооружений, ПУ и других важных объектов;  
доразведка объектов;  
подтверждение объектов (целей) и уточнение их координат, размеров и инженерного оборудования;  
наблюдение за действиями противника и своих войск;  
контроль результатов стрельбы артиллерии;

корректирование стрельбы артиллерии;  
разведка местности в расположении своих войск в целях контроля маскировки подразделений в районах их расположения;  
патрулирование местности в районах развертывания подразделений в целях организации охранения и сопровождение колонн.

*В ходе боя БпЛА могут привлекаться для установления:*

подготовки, начала и направления действий главной группировки противника;  
перемещения артиллерии и местоположения их позиций;  
степени проходимости местности, а также наличия заграждений и препятствий на маршрутах движения;  
наличие дорожного покрытия, водоемов;  
наличие оборонительных рубежей и их занятия противником;  
выдвижения резервов из глубины, их состава и рубежей развертывания.

Разведывательные данные о цели (объекте), полученные с использованием БпЛА, включают:

время обнаружения;  
номер и характер цели;  
координаты и размеры цели;  
характер деятельности цели, степень защищенности живой силы и техники.

Кроме того, по движущейся цели (колонне): скорость и направление движения, длину колонны и количество ее элементов и координаты точки встречи. Демаскирующие признаки целей приведены в приложении 2.

### 3.2. Организация применения БпЛА

Организация взаимодействия с расчетом (оператором) БпЛА осуществляется заблаговременно и заключается в согласовании их действий по времени, месту и задачам. Непосредственным организатором взаимодействия является командир артиллерийского подразделения.

Он наряду с общими вопросами устанавливает:  
задачи и зоны ответственности воздушной разведки;  
районы особого внимания;  
порядок ведения воздушной разведки и представления инфор-



мации (разведанных);

порядок планирования применения БпЛА;

мероприятия по обеспечению живучести БпЛА, в том числе от высоких температур и пылеобразования.

**Командир расчета (оператор) БпЛА** докладывает:

место нахождения;

возможности по организации связи, наличие дополнительных мониторов, в том числе возможности по дальности выноса;

количество БпЛА, возможности целевой нагрузки;

наличие летного ресурса (количество АКБ) и степень заряженности, время полета на одном АКБ;

возможности по обеспечению стрельбы артиллерии (радиус действия (дальность), высоту полета, порядок пристрелки, определения и выдачи координат цели и разрывов (залпов)).

**При постановке задач** на разведку командиру расчета (оператору) БпЛА указывают:

краткие сведения о противнике, передний край, расположение ближайших зенитных средств, возможные районы расположения артиллерии, резервов и оборонительных рубежей;

районы разведки и особого внимания;

задачи разведки и обслуживания стрельбы артиллерии;

нумерацию целей;

ориентиры (наличие реперов) в районе целей, их координаты;

порядок и способы передачи разведывательных данных;

данные по связи (таблицу радиосигналов, частоты, позывные, пароли, кодировку карты).

**Командир расчета (оператор) БпЛА** осуществляет прокладку маршрута, назначение режимов полета с учетом рельефа местности, расположения зон разведки, информации о средствах ПВО противника. Определяет полетное задание БпЛА с целью максимального использования их возможностей для обнаружения тех или иных объектов (выполнения задачи) в котором отражается:

время готовности к запуску;

район разведки (зону разведки, сектор поиска);

высоту полета;

вид траектории полета;

кратность увеличения;

дальность наблюдения;

радиусы виража траектории полета;  
полезную нагрузку;  
место пуска и посадки.

### 3.3. Определение параметров полетного задания и подготовка БПЛА к выполнению задачи

Вид траектории полета БПЛА (рис. 22-28) зависит от конкретного задания [5].

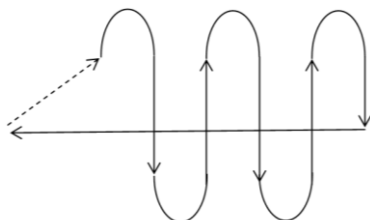


Рис. 22 Поиск цели в заданной исполнительной зоне

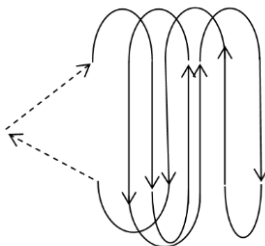


Рис. 23 Барражирование в исполнительной зоне

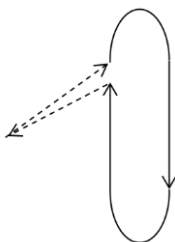


Рис. 24 Облет заданного рубежа



Рис. 25 Выход в заданную точку и ее облет

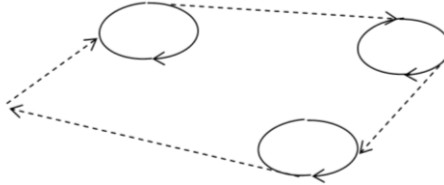


Рис. 26 Облет нескольких точек

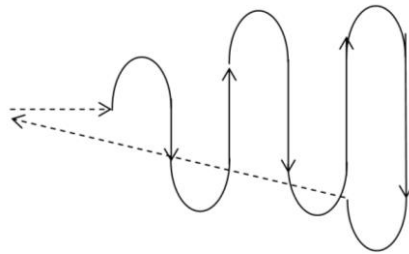


Рис. 27 Поиск цели в заданном секторе

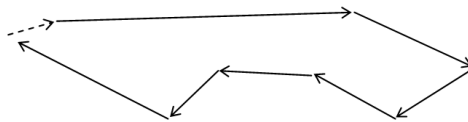


Рис. 28 Поиск цели на заданном маршруте

*Рекомендации по подготовке БПЛА к выполнению задачи.*

Силами расчета ведется подготовка БПЛА к старту: извлечение БПЛА из транспортного контейнера, контроль за раскрытием аэродинамических поверхностей (проверка крепления винтов), проверка

АКБ, обмен командно-телеметрической информацией по радиоканалу управления.

Особенности подготовки к полету:

площадка взлета (посадки) должна быть ровная, без мелкого песка, вдали от кустов и деревьев. По возможности запускать и ловить БПЛА с руки (для посадки на руку держите левый стик вниз в течение 3 секунд). в качестве поворотных точек применять характерные ориентиры, хорошо опознаваемые в полете (изгибы рек, перекрестки дорог, одиночные строения, мосты);

при прокладке маршрута обязательно должно быть перекрытие полей видимости (рис.29)

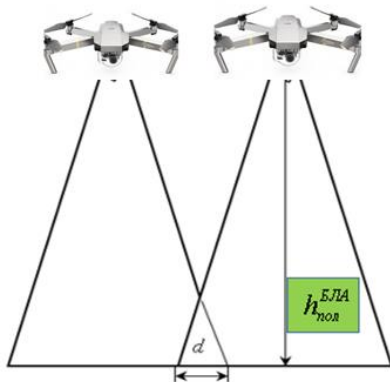


Рис.29 Продольное перекрытие полей зрения БПЛА.

маршрут по возможности не должен проходить вблизи ЛЭП (обычных до 50-100 м, высоковольтных до 300-500 м) и других объектов с большим уровнем электромагнитного излучения (вышек сотовой связи 200-300 м, РЛС, прямо-передающих антенн...);

не приближаться к охраняемым объектам (8 км от АЭС, 5 км от аэропорта и государственной границы, 2 км от военных объектов);

расчетное время полета не должно превышать 2/3 его максимальной продолжительности (остаток заряда АКБ 30 %);

предусмотреть снижение емкости аккумуляторов в холодную погоду;

предусмотреть защиту АКБ от высоких температур (применять отражающие материалы);

использовать токопроводящее чистящее средство для чистки открытых контактов батареи и в корпусе БПЛА (каждые 10 полетов). Проверять батареи через 25 вылетов, а затем каждые 10 полетов контролировать их состояние. Вздутие говорит о том, что ресурс батареи заканчивается. Для увеличения срока службы Li-Po батарей необходимо хранить с зарядом не более 40 %;

для получения плавного видео в настройках максимально понизить скорость рыскания коптера и уменьшить чувствительность подвеса для большей плавности опускания и поднимания камеры;

настроить камеры в режим NTSC, баланс света установить Sunny если на улице солнечно, если облачно — Cloud, отключить автофокус;

для облегчения использования АКБ пронумеровать их чтобы не запутаться в зарядке и использовании;

отключить светящиеся диоды на корпусе, а при невозможности заклеить (закрасить) ввиду их визуального проявления в полете;

с целью недопущения бликования БПЛА на солнце, (возможность его визуального обнаружения противником) наносить на него матовую краску.

Особенности управления полетом:

управлять плавно, без рывков;

применять смешанное управление с напарником (один будет оператором полета, а второй обслуживания стрельбы) для облегчения работы в ходе выполнения огневой задачи (рис.30);



Рис.30 Использование двух пультов при работе с напарником

глубина рабочей зоны должна быть в пределах устойчивого приема видеосигнала и телеметрической информации (без «мертвых зон» (рис. 31), которые создают различные препятствия (горы, лес, здания и т.п.). Летайте в зоне прямой видимости. Это не значит, что надо видеть БПЛА в воздухе, это значит, что между вами и БПЛА не должно быть преград, которые могут блокировать сигнал. И чем дальше отлетаем, тем выше должен быть БПЛА.

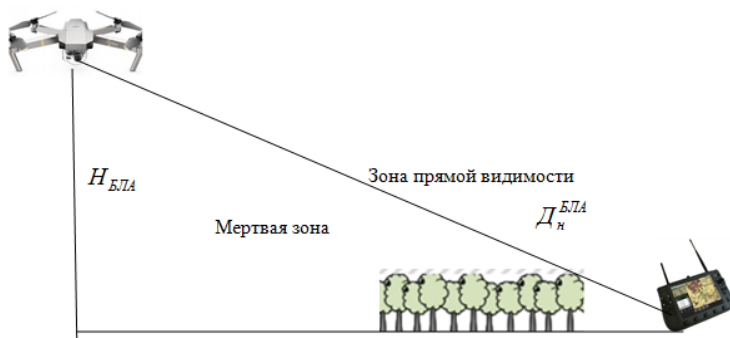


Рис. 31 Мертвая зона, создаваемая препятствиями

для рационального использования АКБ первая половина полета должна проходить против ветра;

заходить к цели со стороны солнца или под небольшим углом, так как может не хватить динамического диапазона камеры снимать в сторону солнца;

на закате или на рассвете отключать передние визоры (при полете в сторону солнца они могут воспринять его как препятствие и отказаться лететь дальше);

не летать в сложных погодных условиях (шторм, буря, ураган, дождь, снегопад, туман) при скорости ветра свыше 10 м/с, нижняя кромка облаков не ниже 150 м.

Уровень ветра принято измерять по шкале Бофорта (табл.5)

## Шкала Бофорта

Уровень шкалы Бофорта	Скорость, км/ч	Влияние на коптер
0	менее 1,5	Нет
1	1,5-5	Легкий ветер, нулевое влияние
2	5-11	Подходит для комфортного контролируемого полета
3	11-19	Сказывается на аппаратах с массой до 250 гр
4	19-29	Умеренно сильный ветер, является максимальным для полетов некоторых коптеров гражданского назначения
5	29-39	Сильный ветер, полет невозможен коптеров гражданского назначения, полет только для специализированных коптеров
6	39-50	Верхний предел, полет невозможен

*Предполётная подготовка*

1) **Зарядка.** Проверить полную зарядку всех батарей: БПЛА, пульта управления, телефона (планшета).

2) **Винты.** Затянуть винты крепче, для этого даже не нужен специальный ключ, просто придержите одной рукой мотор, а другой прокрутите винт в сторону нарисованного закрытого замочка на винте до сильного упора (замена винтов через 200 часов или 3 месяца).

3) **Пропеллеры.** Должны быть отбалансированы и не иметь сильных повреждений.

4) **Батарейный отсек.** Проверить надёжность защёлкивания.

5) **Компас.** Не хватать за него руками, не приближать к источникам повышенного магнитного поля. Категорически нельзя ставить рядом с компьютерными колонками (что очень часто происходит при подключении коптера к компьютеру). Калибровать компас перед каждым вылетом, даже если вы летаете каждый день в одном и том же месте.

*Калибровка компаса:*

поставить коптер на ровную и открытую поверхность задней частью к себе (чтобы видеть сигнальные огни);

включить пульт, запустить программу управления;

включить коптер и дать ему найти спутники;

нажать на кнопку калибровки компаса, следовать указаниям программы;

поставить коптер на землю и выключить;

включить коптер и дать ему найти спутники.

**НЕ ПЕРЕДВИГАЙТЕ И НЕ ТРОГАЙТЕ коптер пока он ищет спутники и записывает точку «Дом»!** Взлетайте только после того, как он пропишет точку «Дом» – программа покажет специальным маркером записанную точку. Убедитесь, что точка «Дом» на карте соответствует вашему реальному местоположению. Калибровка закончена!

**ВАЖНО:** следите за тем, чтобы при проведении калибровки около компаса не находились источники магнитных полей, а также сотовые телефоны.

**6) Сотовые вышки и линии электропередач.** Визуально проверьте наличие рядом с вами ЛЭП и вышек сотовых операторов.

**7) Фиксатор камеры.** Отсоединить пластиковый фиксатор камеры перед включением питания. Если забудете его снять – перегреете подвес с последующим выходом его из строя.

**8) Программное обеспечение.** Запустите программу. Проверить отображаемый уровень зарядки АКБ. Проверьте наличие спутников (не менее 12). Если их менее сменить место дислокации.

**9) Расстояние до коптера.** Проверьте расстояние от вас до коптера, отображаемое на экране мобильного приложения. Если оно существенно различается (вы на расстоянии метра, а показывает, к примеру 10 м) выключите коптер, а после включения перекалибруйте и дайте заново найти спутники и прописать точку «Дом».

**10) Запуск двигателей.** Запустите двигатели. Коптер должен работать тихо и устойчиво стоять. Не должно быть вибраций и подозрительных шумов. Если услышали что-то подозрительное выключите двигатели наклоном левого стика на себя вниз до упора на 3 секунды. **НЕ ВЗЛЕТАЙТЕ** в этом случае!

Старт БпЛА выполняет с в заданное время. Начальный этап полета БпЛА с набором высоты производится по стандартной программе. После взлёта не делать резких движений коптером. Оценить его устойчивость и управляемость, после чего дать секунд 10-20 повисеть в воздухе при минимальной нагрузке, и потом плавно начать движение, оценив показания батареи.



Управление полетом осуществляется вручную или автоматически в соответствии с полетным заданием. Оператор контролирует выводимые на экран телеметрические данные (скорость, высоту полета и т.д.). Он имеет возможность выдать разовые команды на изменение режима полета и функционирования бортового оборудования. Регистрация поступающей с борта БПЛА видеоинформации и сопутствующей навигационной и телеметрической информации производится на накопитель (micro SD/SDHC/SDXC, HDD и т.д.).

Видеоинформация отображается на экране оператора, который распознает и определяет координаты объектов.

В зависимости от типа и оснащения БПЛА данный порядок работы может иметь ряд особенностей. Краткая инструкция применения копитера (приложение 5).

### 3.4. Постановка задачи (целеуказание) оператору

Постановка задачи (целеуказание) оператору может осуществляться следующими способами:

- указанием на мониторе;
- от контрольной точки (местного предмета);
- в прямоугольных координатах.

Постановка задачи указанием на мониторе является самым простым и надежным способом. Например: «Цель миномет на позиции. Засечь». Однако данный способ возможен при совместных действиях оператора и командира батареи.

Постановка задачи от контрольной точки (местного предмета) применяется без перерасчета, когда командир и оператор находятся вместе или имеют между собой информационный обмен в виде телевизионного изображения в реальном масштабе времени. При этом командир определяет и передает оператору удаление цели от контрольной точки (местного предмета) в метрах (дальше или ближе на столько-то метров). Например: «Контрольная 2-х этажный дом (нефтяная вышка). Влево 300. Ближе 100. Самоходная установка. Засечь».

Оператор от контрольной точки (местного предмета), отмерив на глаз требуемые расстояния, отыскивает цель учитывая ее признаки.

При постановке задачи в прямоугольных координатах коман-

дир определяет прямоугольные координаты цели(квадрат) и передает их оператору, указывая номер, наименование цели, ее характерные признаки и задачу разведки. Например: «Цель 10. Группа боевиков. X=57680, Y=34850 (квадрат 5734). Наблюдать (засечь)». Оператор по полученным координатам отыскивает цель по ее характерным признакам.

Для обнаружения целей оператор тщательно изучает местность в расположении противника, ведя наблюдение по рубежам и участкам в заданном РОВ, выявляет изменения, связанные с деятельностью предполагаемой цели (появление людей, различных предметов, дым, пыль, изменение цвета и вида растительности, тепловое излучение и т.п.), делая об этом запись в бланк разведки оператора. За теми участками местности, на которых обнаруживаются признаки объекта (цели), оператор наблюдает особенно внимательно. Такое непрерывное наблюдение позволяет разведать по косвенным признакам даже хорошо замаскированную цель.

### 3.5. Тактические приемы ведения разведки с БпЛА

С целью полного использования возможностей БпЛА и максимального снижения потерь от воздействия средств ПВО и стрелкового оружия противника оператор может использовать ряд тактических приемов [7]:

- разведка с одним проходом;
- разведка с несколькими проходами;
- прочесывание;
- разведка в два этапа и более.

Выбор тактического приема осуществляется с учетом:

- наличием на местности ориентиров;
- возможностей целевой нагрузки и системы управления;
- характеристик объектов разведки, взаимного расположения их основных элементов;

- характера подстилающей поверхности в районе разведки;
- ожидаемого противодействия противника;
- летно-технических характеристик БпЛА.

Разведка с одним проходом применяется:

- при разведке объектов с заранее известными координатами;
- при разведке малоразмерных объектов;

при разведке протяженных объектов.

При разведке объектов с известными координатами обычно выполняется заход с наиболее выгодного (с точки зрения применения разведывательной аппаратуры) направления. При этом БПЛА совершает полет либо непосредственно над объектом разведки, либо в стороне от него на удалении, обеспечивающем попадание объекта в поле зрения.

В случае необходимости уточнения характеристик объекта или при разведке вновь обнаруженного объекта используется разведка с несколькими проходами.

Если необходимо разведать районы большой площади, т. е. необходимо выполнить большое количество проходов выполняется прочесывание. Полет проводится по параллельным или пересекающимся участкам маршрута на одной высоте.

В случае разведки площадных районов парой БПЛА сущность тактических приемов не меняется. В данном случае характерными особенностями являются: определение рационального боевого порядка БПЛА; технические особенности в организации управления и приема разведывательной информации от двух БПЛА.

С целью сокращения времени непрерывного пребывания БПЛА в районе применяется разведка в два и более этапа: БПЛА делает несколько проходов над объектами разведки и уходит (при этом он может решать разведывательные задачи в другом районе либо выполнять тактические приемы преодоления ПВО противника), затем выполняется возврат (возвраты) в этот район. При этом подходы к району разведки целесообразно осуществлять с различных направлений и высот при постоянном маневрировании БПЛА.

Результаты разведки в виде подготовленных формализованных разведывательных донесений направляются командиру артиллерийского подразделения. Все результаты разведки, первичные разведывательные материалы и сопутствующая информация регистрируются в запоминающем устройстве.

Особенности ведения воздушной разведки в различных условиях местности и ночью приведены в приложении 3.

По возвращении БПЛА производит посадку на запланированной площадке. Исправные БПЛА могут быть использованы многократно после проведения послеполетного обслуживания. Незначительные повреждения устраняются их заменой деталями ЗИП.

О завершении выполнения задания докладывается на ПУ артиллерийского подразделения, одновременно сообщается о готовности комплекса БпЛА к выполнению следующего задания.

Перемещение комплекса БпЛА в новый район или смена позиции осуществляется в плановом порядке или очередным заданием (распоряжением).

## 4. УПРАВЛЕНИЕ ОГНЕМ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БПЛА

### 4.1. Особенности организация управления огнем

На организацию управления огнем оказывает влияние размещение пунктов управления БПЛА, подсистемы управления и поражения артиллерийского подразделения.

#### *1. В ходе организации работы на КНП и ОП батарей:*

дополнительно определяют тип применяемого БПЛА, район расположения, размещение средств отображения информации, распределение средств связи по ПУ;

уточняют (выбирают) места пуска и посадки БПЛА;

уточняют обязанности оператора БПЛА;

уточняют порядок целеуказания.

#### *2. При организации связи:*

определяют возможности БПЛА по количеству и типу выдаваемой информации, наличию средств связи;

определяют порядок использования средств связи, возможности работы дополнительного средства отображения информации на удалении;

уточняют порядок обмена информацией (рис.3.2);

уточняют наличие мертвых пространств связи и передачи телемерии;

доводят (уточняют) опознавательные признаки (данные) «свой–чужой» и порядок действий в случае потери связи с БПЛА.

Размещение автоматизированных рабочих мест при комплексировании с БПЛА (рис.32).



















Варианты	Подсистема поражения	Подсистема управления		Подсистема разведки
Оператор БпЛА совместно с КБ на переднем крае (не требует дополнительных средств связи)				
Оператор БпЛА совместно с НШ на ПУОД (не требует дополнительных средств связи)		 		
Оператор БпЛА совместно с СОБ на ОП (не требует дополнительных средств связи)				
Оператор БпЛА выполняет задачи самостоятельно				
При наличии и возможностях дополнительных средств отображения информации			КНП КБ 	

Рис. 32 Размещение автоматизированных рабочих мест ПУ при комплексировании с БпЛА (вариант)

Некоторые дополнительные средства отображения информации и управления используются только для визуального отображения

разведывательной информации, без возможности вмешательства в управление БпЛА.

### *3. При организации взаимодействия:*

определяют требуемые разведданные об объектах, определяемые оператором;

определяют способы и порядок пристрелки, доводят требуемые данные об ОП (системы орудий, калибр, координаты, полетное время до района целей, высоту траектории);

определяют количество БпЛА одновременно ведущих разведку и их целевые нагрузки;

устанавливают сигналы управления, распределение выносных средств отображения информации и порядок их использования;

составляют план полетов;

доводят возможности ПВО и стрелкового оружия противника по обнаружению и уничтожению БпЛА, опыт применения в сложившейся обстановке.

### *4. При контроле готовности системы управления проверяют:*

знания обязанностей должностных лиц в ходе выполнения разведывательно-огневой задачи;

знания порядка выполнения разведывательно-огневой задачи, порядка пристрелки и обслуживания стрельбы;

знания порядка действий в случае потери цели (выход из строя целевой нагрузки или самого БпЛА), выхода из строя ПУ, отсутствия связи и отображения информации.

С целью повышения боеготовности БпЛА может быть введено дежурство. Оно предусматривает поддержание специально выделенных сил и средств в готовности к решению внезапно возникающих задач.

#### 4.2. Управление огнем при выполнении разведывательно-огневых

Управление огнем осуществляется по общим правилам [6], принимая во внимание ряд особенностей, которые необходимо учитывать.

#### **При уяснении** разведывательно-огневой задачи:

выбирают цель в соответствии с поставленными задачами в зоне разведки и поражения;

определяют достоверность и фактическое состояние цели;  
определяют ее опасность и важность на данный момент времени, положение в боевом порядке противника, время обнаружения, характер деятельности и маневренные возможности;  
определяют оставшееся время нахождения БпЛА в воздухе (заряд АКБ).

**При оценке условий выполнения РОгЗ:**

определяют положение ОП и время открытия огня;  
определяют общее время выполнения задачи с учетом температуры окружающей среды;  
уточняют возможности БпЛА по обслуживанию пристрелки и стрельбы на поражение, порядок получения информации;  
определяют характер грунта, наличие незащищенного личного состава, положение своих войск, возможности по применению боеприпасов с неконтактными взрывателями и стрельбы на ricochets.

**Принимая решение** на выполнение разведывательно-огневой задачи, как правило, по собственной инициативе командир батареи определяет:

цель для поражения;  
задачу стрельбы и вид огня;  
порядок выполнения задачи;  
количество привлекаемых средств поражения (орудий);  
способ определения установок для стрельбы на поражение;  
способ обстрела цели;  
вид снаряда, тип взрывателя, вид стрельбы и заряд;  
порядок стрельбы на поражение;  
обслуживающий БпЛА;  
расход снарядов;  
требования безопасности для своих войск и БпЛА в ходе обслуживания стрельбы.

**При постановке разведывательно-огневых задач** руководствуются [6]. Кроме того указывают:

при определении способа пристрелки – порядок получения и доведения информации;  
порядок расчета корректур;  
номер ОП, порядок маневра и время готовности к открытию огня.

**Установки для стрельбы на поражения** определяют спосо-



бами [6]:

- полной (сокращенной) подготовки;
- использования пристрелянных поправок;
- пристрелкой цели.

Пристрелку ведут по целям, координаты которых определены этим же аппаратом. Если координаты цели определены другими средствами, то они уточняются с помощью данного БПЛА. Для расчета корректур используют только координаты цели, определенные с помощью БПЛА.

В ходе пристрелки (стрельбы на поражение) оператор докладывает:

- координаты разрыва (центра группы разрывов в залпе);
- отклонение центра группы разрывов от цели;
- категорию разрывов (воздушный, наземный);
- действие цели в ходе стрельбы.

#### **Пристрелку с помощью БПЛА проводят:**

- по наблюдению знаков разрывов;
- последовательными контролями по странам света;
- по графику или шкалой;
- по сетке с глазомерной оценкой разрывов;
- по измеренным отклонениям (при наличии соответствующего программного обеспечения).

Точка старта, как правило, выбирается вблизи КНП артиллерийского подразделения (в этом случае координаты точки наблюдения совпадают с координатами КНП). При необходимости за точку наблюдения принимается любая точка в радиусе действия БПЛА, над которой он зависает, обеспечивающая хорошие условия наблюдения за целью (разрывами). В некоторых случаях, прежде всего при обслуживании стрельбы минометной батареей, предусмотрено обслуживание стрельбы непосредственно из района ОП, в этом случае координаты точки наблюдения обычно совпадают с координатами основного миномета. При наличии дымовых мин в начале пристрелки вместо залпа разрешается назначать один выстрел дымовой миной.

Если выполняющий огневую задачу и оператор БПЛА не находятся на одном пункте (ОП), при постановке задачи на разведку и обслуживание стрельбы ему указывают характер цели, ее координаты или предполагаемый район (квадрат) расположения. Разведка

цель, оператор докладывает ее координаты, размеры по фронту и глубине, определенные перпендикулярно и параллельно плоскости стрельбы, количество отдельных целей в ее составе, условия расположения целей (открыто или в окопах), готовность к обслуживанию стрельбы, доступный для него, в данных условиях, способ пристрелки и промежуток времени между залпами (выстрелами), **ВАЖНО – координаты точки наблюдения.**

По готовности батареи оператору сообщают число разрывов в залпе или выстрелов, которые надо наблюдать, и полетное время мины. Огонь открывают после доклада оператора о готовности к засечке разрывов и сообщают ему о произведенных залпах (выстрелах).

Оператор БпЛА определяет и докладывает отклонения центра группы разрывов в залпе (разрыва) от цели.

### **1. Пристрелка по наблюдению знаков разрывов**

Пристрелку по НЗР ведут по общим правилам до получения вилки 100 м или накрывающей группы. Если точка старта не находится вблизи от КНП (ОП), то оператор БпЛА докладывает наименование точки наблюдения, которую принимают за точку НП, например: «Точка наблюдения – мост в квадрате 2315».

При удалении точки наблюдения от ОП, не превышающем 1/10 дальности стрельбы в любую сторону, корректуры дальности и направления принимают равными отклонениям, взятым с противоположными знаками.

### **2. Пристрелка последовательными контролями по странам света (ПКСС)**

Пристрелку ПКСС ведут до накрытия цели или до получения отклонения центра залпа (разрыва) от цели не более 100 м.

Оператор докладывает отклонения на стороны горизонта (С-Ю, З-В) или  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  по осям прямоугольных координат в метрах. Сущность пристрелки заключается в определении отклонений разрывов от цели по осям координат  $X$  и  $Y$  ( $ЦА = \Delta X$  и  $ЦВ = \Delta Y$ ) и в последующем расчете корректур дальности ( $ЦР'$ ) и направления ( $\beta$ ) по этим отклонениям (рис. 33). Если оператор докладывает отклонения разрыва по направлению на стороны горизонта: положительное направление оси  $X$  – это направление на СЕВЕР, а отрицатель-

ное на ЮГ. Положительное направление оси  $Y$  соответствует направлению на ВОСТОК, а отрицательное на ЗАПАД.

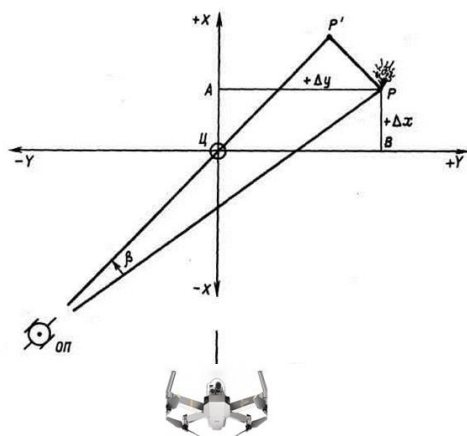


Рис. 33. Определение корректур дальности ЦР и направления  $\beta$

Пристрелку ведут, последовательно приближая разрывы к цели, до накрытия или получения отклонения разрыва от цели не более 100 м по осям координат. Корректуры определяют с помощью ЭВМ, МК, ПУО, ПРК или с помощью сетки. Сетку для определения корректур строят на листе клетчатой бумаги. При построении сетки (рис. 34) проводят две взаимно перпендикулярные линии, соответствующие осям координат  $X$  (СЕВЕР – ЮГ) и  $Y$  (ЗАПАД – ВОСТОК).

Пересечение этих линий принимают за центр цели. По дирекционному углу цели (направление стрельбы)  $\alpha_{ц}$  проводят на сетке линию цели. Для этого АК-3(4) накладывают центром на центр сетки и поворачивают его до совмещения деления, соответствующее дирекционному углу стрельбы с линией сетки вверх, после чего против нулевого деления круга ставят точку. Сняв АК, проводят линию цели через центр сетки и отмеченную точку и перпендикулярно к ней – линию боковых отклонений. В масштабе сетки (50 м в одной клетке) на линии цели и линии боковых отклонений наносят шкалы с ценой деления 50 м. По полученным от оператора отклонениям  $\Delta X = +350$  (север 350),  $\Delta Y = +250$  (восток 250) наносят на

сетку центр группы разрывов  $P$ . Из точки  $P$  опускают перпендикуляры на линию цели и линию боковых отклонений и определяют корректуры дальности ( $\Delta D = +360$ ) и направления ( $\Delta d = -240$ ).

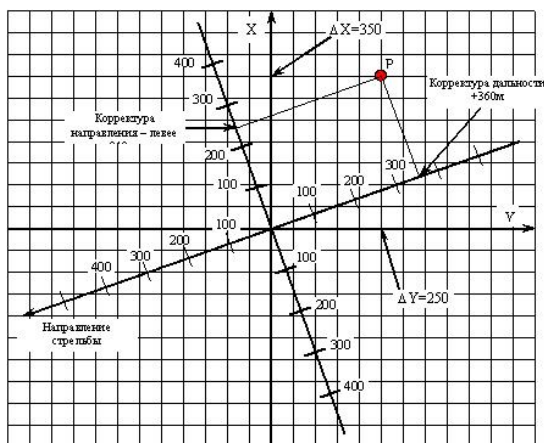


Рис.34. Сетка для определения корректур

Корректуры определяют:

$$\Delta \Pi = \frac{\Delta D}{\Delta X_{\text{тыс}}} = \frac{+360}{18} = +20 \text{ тыс;} \quad (1)$$

$$\Delta d = \frac{\Delta d}{0,001 D_T^n} = \frac{-240}{12} = -0-20. \quad (2)$$

### 3. Пристрелка по графику

Так как БЛА имеет значительное превышение над целью, то возможна пристрелка по графику (рис.35).

На исчисленных установках производят один выстрел и по отклонениям (вправо 30, ниже 8) наносят разрыв  $P_1$ . Второй выстрел производят на установке прицела, увеличенной (уменьшенной) на 200–400 м с расчетом захватить цель в вилку дальностей. Нанеся на график второй разрыв (вправо 10, выше 6)  $P_2$  и соединяют точки  $P_1$  и  $P_2$  линией, показывающей направление стрельбы.

Разделив отрезок P1P2 на 4-8 частей, получают масштаб дальности с ценой деления 50 м. Третий выстрел производят на при углемере, измененном на 20-40 делений, с расчетом захватить цель в угломерную вилку.

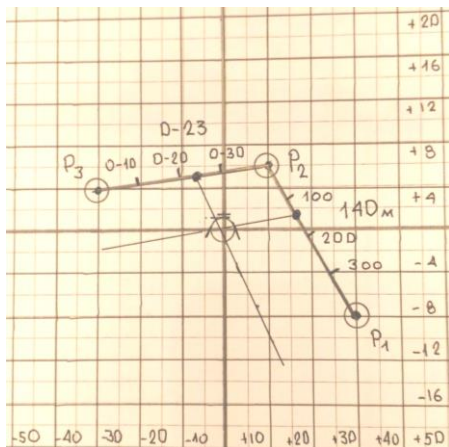


Рис.35. График для пристрелки

Нанеся третий разрыв (влево 35, выше 4) P3 и соединив точки P, P3 линией получают линию боковых отклонений для ОП. Разделив отрезок P2P3 на 4-8 частей, получают масштаб боковых отклонений с ценой деления 0-05. Для определения корректур от последнего разрыва, прочерчивают через точку Ц параллельно отрезку PP2 линию цели и параллельно отрезку P1P3 линию боковых отклонений для ОП (дальность меньше 140 м, правее 0-23).

Введя корректуры в прицел и углемер, переходят к стрельбе на поражение по общим правилам.

### Пристрелка по упрощенному графику

При этом способе заблаговременно наносят на лист клетчатой бумаги две точки P1 и P2 на расстоянии одна от другой в 8 клеток (цена деления одной клетки 50 м) (рис.36).

По команде оператора производят два выстрела (залпа) на исчисленном углемере с возможно меньшим промежутком времени между ними: первый выстрел (залп) на прицеле, уменьшенном на 4

деления по сравнению с исчисленным; второй на прицеле, увеличенном на 4 деления.

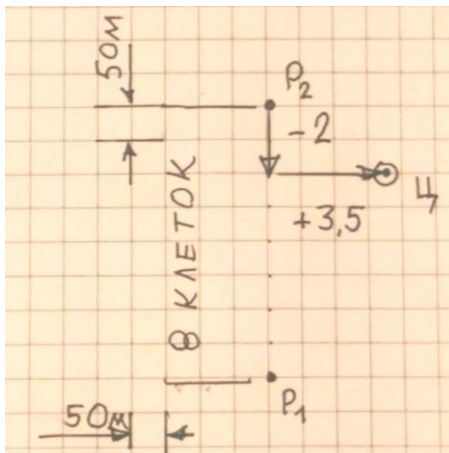


Рис.36. Определение корректур по упрощенному графику

Оператор, оценивая на глаз взаимное положение цели и двух разрывов (ЦРГ) на местности, наносит цель на график по клеткам и передает стреляющему положение цели относительно ближайшего разрыва (залпа). Например, для случая, приведенного на рисунке, оператор должен передать «Цель от второго залпа. Назад 2, вправо 3,5». В данном случае, если во втором залпе прицел 212, то нетрудно определить корректуру прицела (она в принципе известна меньше 2) и угломера:

$$\Delta\delta = \frac{\Delta d}{0,001D_m^u} = \frac{50м \cdot 3,5}{0,001 \cdot 6000м} = +29 = +0 - 29 \quad (3)$$

Команда для перехода к стрельбе на поражение: «Батарее. Прицел 210, правее 0-29. Всея сосредоточенный...Огонь!».

#### 4. Пристрелка шкалой

Пристрелка шкалой применяется при отсутствии на местности достаточного количества контурных точек или резко выделяющих-

ся местных предметов, что представляет достаточные трудности в пристрелке по странам света и ориентирование (отыскание на местности линии цели).

Сущность пристрелки шкалой заключается в том, что двумя группами разрывов на разных установках прицела в районе цели обозначается плоскость стрельбы и создается масштаб для определения отклонений разрывов от цели по дальности и направлению в метрах.

При пристрелке батареей шкалой для первого залпа исчисленную установку прицела по центру цели первому взводу уменьшают на 100-200 м (первая группа разрывов), а второму взводу увеличивают на 100-200 м (вторая группа разрывов).

При пристрелке шкалой оператор определяет и передает отклонения ближайшей к цели группы разрывов, указывая при этом ее номер (рис.37), например: «Вправо 50, вторая перелет 160». Измерения производятся глазомерно, сравнивая величину отклонения ближайшего ЦГР от цели по дальности с 200-400 м расстоянием, обозначенным крайними разрывами.

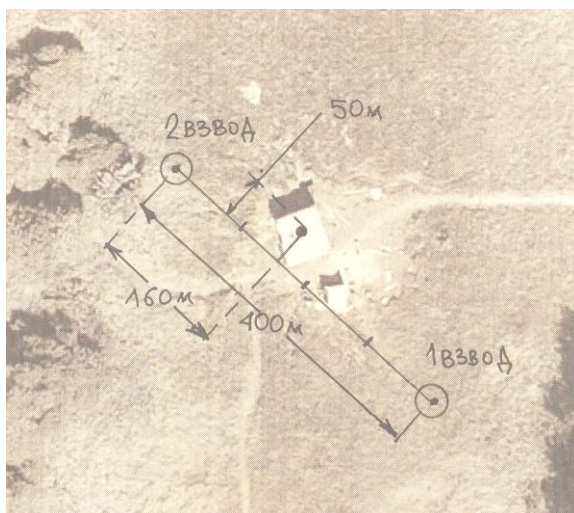


Рис.37. Пристрелка цели шкалой

Получив доклад оператора о положении ближайшей к цели

группы разрывов, рассчитывают единую установку прицела для назначения батарейного залпа:

$$P_c = P_{\text{бл}} - \frac{\Delta D}{\Delta X_{\text{тыс}}}, \quad (4)$$

где,  $P_{\text{бл}}$  – установка прицела, соответствующая ближайшей к цели (группе разрывов);  
 $\Delta D$  – отклонение ближайшей к цели группы разрывов по дальности в метрах, со знаком «+», если получены перелеты относительно цели, «-» – недолеты

Рассчитывают корректуру направления по формуле:

$$\Delta \delta = -\frac{\Delta d}{0,001 D_{\text{т}}^n}, \quad (5)$$

где,  $\Delta d$  – боковое отклонение ЦГР от цели.

Назначают батарейный залп на одной установке прицела. Оператор определяет и докладывает отклонения центра залпа от цели по дальности и направлению. После введения корректур переходят к стрельбе на поражение.

При получении в залпе перелетов и недолетов или попаданий в цель оператор докладывает о накрытии цели.

## **5. Пристрелка с использованием средства отображения информации**

### *а) Пристрелка по графику с отысканием масштабов дальности и направления.*

Для пристрелки схему разрывов строят на средстве отображения информации, наклеив прозрачную пленку на экран. Оператор маркером отмечает положение 1, 2, 3 разрывов (залпов) (рис. 38).



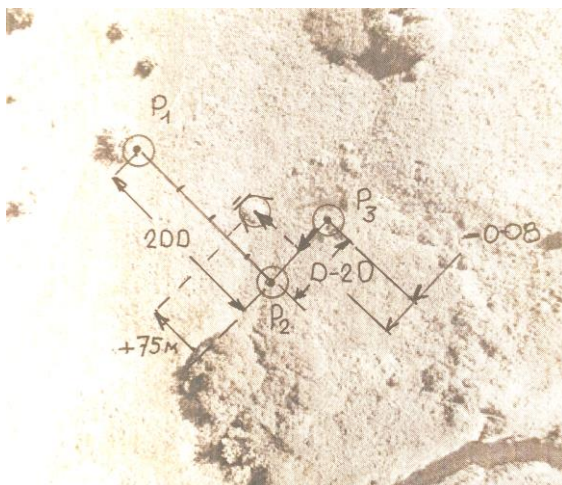


Рис.38. Построение схемы разрывов на мониторе

Зная расстояние между разрывами по дальности 200 м и по направлению 20 делений, определяет отклонение последнего разрыва от цели и передает: «Дон». Разрыв наблюдаю. Вправо 8. Недолет 75. Я «Сова» или корректуры: «Дон». Батарее. Веер сосредоточенный. Дальность больше 75. Левее 0-08. 2 мины. Беглый. Огонь».

*б) Пристрелка по сетке с глазомерной оценкой разрывов.*

Вследствие превышения БПЛА над целью все перелетные разрывы будут казаться при наблюдении с него выше цели, а все недолетные ниже цели (рис.39). Следовательно, оператор может наблюдать не только боковые отклонения разрыва от цели, но и отклонения по дальности; при этом отклонения по дальности будут изменяться не в метрах, а как превышение разрывов над целью – в делениях угломера.

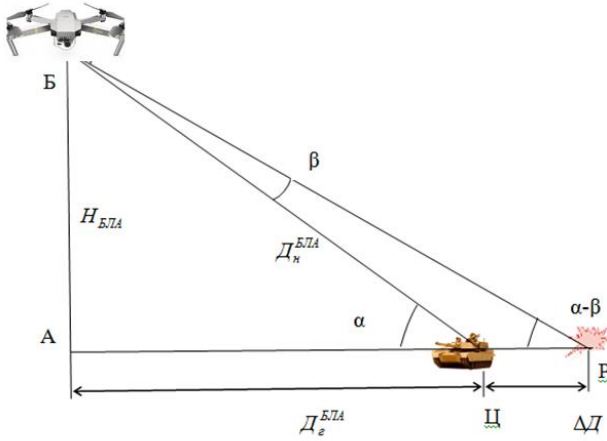


Рис.39. Схема наблюдения с БПЛА

Из треугольника ЦАР отклонение разрыва от цели в дальности:

$$\Delta D = D_n^{БЛА} \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)}, \quad (6)$$

- где,  $D_n^{БЛА}$  – дальность наблюдения с БПЛА;  
 $\alpha$  – угол между линией наблюдения и горизонтом;  
 $\beta$  – превышение разрыва относительно цели.

Так как угол  $\beta$  по сравнению с углом  $\alpha$  очень мал, то без большой погрешности можно считать  $\sin(\alpha - \beta)$  равным  $\sin \alpha$ .

Имея ввиду, что  $\sin \alpha = \frac{H_{БЛА}}{D_n^{БЛА}}$  и что можно считать,  $\sin \beta = \frac{\beta}{1000}$ ,

где  $\beta$  выражено в делениях угломера формула определения отклонения разрывов примет вид:

$$\Delta D = \beta \frac{D_n^{БЛА^2}}{1000 H_{БЛА}} \approx \beta \frac{D_z^{БЛА^2}}{1000 H_{БЛА}} = \beta \frac{0,001 D_z^{БЛА^2}}{H_{БЛА}}, \quad (7)$$

где,  $H_{БнЛА}$  – высота полета БпЛА;  
 $D_{г}^{БнЛА}$  – горизонтальная дальность до цели.

Пристрелку ведут залпами батареи (взвода) при сосредоточенном веере, а при благоприятных условиях и одиночными выстрелами основного орудия. Для обеспечения надежной засечки разрывов основному орудию батареи назначают установку взрывателя на фугасное действие. При наличии дымовых снарядов разрешается проводить пристрелку одиночными выстрелами основного орудия. Пристрелку ведут до накрытия цели или до получения отклонения центра залпа (разрыва) от цели не более 100 м.

В случае оставления целью места расположения или совершения противоогневого маневра возможна пристрелка предыдущего района ее расположения (использование определенных корректур) с переносом огня (переходом к стрельбе на поражение) по цели в новом районе [9].

#### 4.4. Поражение неподвижных наблюдаемых целей

К наблюдаемым относятся такие цели, которые наблюдаются в процессе всей стрельбы на поражение. Так как БпЛА обеспечивает наблюдение за состоянием цели в ходе всей стрельбы на поражение, то стрельбу на поражение ведут по правилам поражения наблюдаемых целей [6].

Живую силу и небронированные цели, расположенные открыто или в окопах (траншеях) без перекрытий, кроме того, поражают стрельбой на рикошетах или снарядами с ДВ, а открыто расположенную живую силу и снарядами с ДТ.

Батарея (взвод) стрельбу на поражение ведет сериями беглого огня по 2-4 снаряда на орудие, а дивизион сериями беглого огня по 2 снаряда на орудие (орудие-установку) или огневыми налетами.

Отдельные бронированные цели (танки, БМП, БТР), установки ПТРК, противотанковые орудия и т.п., огневые средства в деревоземляных сооружениях и сооружениях из сборных уничтожают батареями (взводом, орудием), применяя снаряды с РВ или ударным взрывателем при его установке в зависимости от характера цели. Стрельбу ведут на одной установке прицела при сосредоточенном веере до выполнения огневой задачи.

Групповые цели глубиной менее 100 м поражают огнем батареи (взвода), реже – дивизиона, сериями беглого огня до выполнения огневой задачи.

Батарея (взвод) ведет стрельбу на одной установке прицела и на одной или двух установках угломера с веером по ширине фронта цели. Дивизион ведет стрельбу батареями по одной точке прицеливания или с распределением участков цели между батареями.

Групповые цели глубиной 100 м и более поражают огнем дивизиона (батареи) одним или несколькими огневыми налетами до выполнения огневой задачи.

Дивизион ведет стрельбу батареями внакладку, батареями шкалой или с распределением участков цели между батареями, а батарея как при самостоятельной стрельбе на поражение ненаблюдаемой цели.

Укрытую живую силу и огневые средства, расположенные на оборонительных позициях, как правило, подавляют одним или несколькими огневыми налетами.

К стрельбе на поражение живой силы и огневых средств, расположенных на взводной оборонительной позиции, привлекают не менее двух батарей.

В ходе стрельбы на поражение между сериями беглого огня или огневыми налетами, а при необходимости и в ходе огневых налетов оценивают состояние цели, определяют и вводят корректуры.

При выполнении огневой задачи батареей (взводом, орудием) самостоятельно или в составе дивизиона с распределением участков цели между батареями огонь корректирует командир батареи по залпу батареи (серии беглого огня).

Корректирование огня проводят по результатам оценки отклонения ЦГР в залпе от центра цели. При корректировании огня определяют и вводят корректуры дальности, направления, веера, высоты разрывов и скачка (шкалы) прицела.

При невозможности определения отклонения ЦГР в залпе по дальности с помощью БПЛА или глазомерно, его определяют по НЗР и принимают равным по линии наблюдения:

при глубине цели менее 100 м – 50 м, если получены все перелеты или недолеты при определении установок пристрелкой цели или проверкой установок выстрелами основных орудий (100 м, при определении установок другими способами без проверки выстрела-

ми основных орудий), и 25 м, если получена накрывающая группа с преобладанием перелетов или недолетов;

при глубине цели 100 м и более – глубине цели, если получены все перелеты относительно дальней границы цели (недолеты относительно ближней границы цели) после пристрелки цели или при определении установок другими способами с проверкой установок выстрелами основных орудий (1,5 глубины цели, если установки определялись другими способами без их проверки выстрелами основных орудий), 2/3 глубины цели, если получено преобладание перелетов (недолетов) относительно дальней (ближней) границы цели и 1/2 глубины цели, если получено примерное равенство перелетов и недолетов относительно дальней (ближней) границы цели.

Корректуры дальности и направления определяют с помощью приборов (ПРК, ПУО, МК, ЭВМ, смартфонами со специальными программами на базе Android или Windows mobile), а при поправке на смещение менее 5-00 – и расчетом.

При стрельбе снарядами с ДВ корректуры дальности, направления, веера и величины шкалы определяют по общим правилам. Корректуру дальности сопровождают изменением установки взрывателя.

Превышение воздушных разрывов снарядов с ДВ над целью корректируют изменением установки уровня так же, как и при пристрелке цели [6].

При стрельбе снарядами с ДТ превышение воздушных разрывов корректируют изменением установки трубки на одно деление, если средняя высота воздушных разрывов отличается от наивыгоднейшей более чем на половину. Установку трубки увеличивают, если разрывы выше наивыгоднейшей высоты, и уменьшают, если ниже. Величину наивыгоднейшей высоты определяют по таблицам стрельбы.

Стрельбу на поражение самоходных артиллерийских (минометных, РСЗО) батарей (взводов) ведут с задачей их дезорганизации, подавления или уничтожения.

Подавление заключается в нанесении ей потерь (степень поражения 30 %) и в создании огнем таких условий, при которых она временно лишается боеспособности.

Задача уничтожения заключается в нанесении ей таких потерь (степень поражения 60 %), при которых она полностью теряет бое-

способность, т.е. способность выполнять поставленные боевые задачи.

Дезорганизация заключается в создании условий, при которых нарушается управление, ограничивается (воспрещается) маневр или батарея прекращает выполнение огневой задачи и оставляет занимаемую ОП, ограничивается ее маневр или нарушается управление.

Ввиду того, что самоходные артиллерийские (минометные, РСЗО) батареи (взвода) способны в короткий срок (1,5-2,5 мин) оставить ОП после начала ее обстрела, задача уничтожения таких целей может ставиться только в том случае, если батарея (взвод) остается на ОП в течение всего огневого налета.

Батареи (взвода) РСЗО противника выполняют огневые задачи с временных, обычно не подготовленных в инженерном отношении позиций, причем время выполнения задачи составляет 30-60 сек, после чего они совершают перемещение. Поэтому, если их обнаружили в ходе выполнения ими задач, нанести ущерб затруднительно. Следовательно, требуется их поражать на позициях (в районах) даже если они не ведут огонь, а при наличии достаточных средств (боеприпасов) и на марше.

Способ обстрела назначают в соответствии с [6], как при поражении неподвижных наблюдаемых целей.

Общее время огневого воздействия и количество огневых налетов будет зависеть от достижения требуемой степени поражения цели (подавления на определенное время, предотвращение развешивания, недопущения стрельбы с грунта, подвоза и выгрузки боеприпасов).

Продолжительность каждого огневого налета зависит от скорострельности орудий и возможного времени нахождения на ОП до совершения противоогневого маневра.

Порядок ведения огня: беглым огнем с максимальной скорострельностью.

Вариант выполнения разведывательно-огневой задачи с БПЛА типа квадрокоптер (приложение 4).

## 5. СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ БПЛА

Как любой аэродинамический летательный аппарат, снабженный двигательной установкой и оснащенный комплектом электронной аппаратуры, БПЛА в процессе своего боевого применения обладает рядом демаскирующих признаков: электромагнитным и тепловым излучением, шумовым сопровождением работающего двигателя, планёром, вращающимся пропеллером и т. п.

Наибольшую уязвимость БПЛА обуславливает наличие у них электромагнитного излучения. К электромагнитным демаскирующим признакам относятся:

- сигналы бортового ответчика;

- сигналы радиолокационных станций, отраженные от корпуса и агрегатов БПЛА;

- сигналы телевизионных ретрансляторов, широкоэвещательных станций, базовых станций сотовой связи, отраженные от БПЛА;

- команды и «доклады» канала управления между наземным пунктом управления и БПЛА, а также между БПЛА и спутником-ретранслятором системы навигации;

- сигналы бортовой РЛС бокового обзора;

- каналы обмена разведывательной информацией;

- сигналы системы автоматической посадки на аэродром и др.

*Обнаружение и идентификация.*

Прежде чем решать, как лучше и дешевле уничтожить БПЛА, его надо сначала обнаружить и идентифицировать. Как и всякий материальный объект, БПЛА несет в себе демаскирующие признаки. Степень заметности определяется величиной его сигнатур в радиочастотном, инфракрасном и видимом спектрах, а также сигнатуры акустической. Коммерческие БПЛА имеют сигнатуры небольшой величины: их делают из композитных материалов и пластика со

специальной окраской и с особой комбинацией слоев, их небольшие бензиновые и тем более электрические двигатели мало излучают тепла и работают почти бесшумно.

Тактика применения БпЛА разнообразна и включает в себя не только полет на предельно малых высотах, в складках местности, применение активных и пассивных помех, снижение радиозаметности (радиочастотная сигнатура — эффективная поверхность рассеивания (ЭПР)), уровня инфракрасного излучения и акустического шума, но и высочайшую маневренность вплоть до остановки («зависания») БпЛА в складках местности с последующим изменением траектории полета. Траектории полета БпЛА могут проходить на предельно малых высотах - 0,5-2 м, в широком диапазоне скоростей — 0-100 км/ч, в ущельях и оврагах, в тени от местных возвышенностей и за горизонтом, и поэтому их обнаружение РЛС войсковых ЗРК осуществить в этих условиях невозможно.

Для эффективного противодействия БпЛА противника создателям РЛС приходится решать сразу несколько задач. Первая: повышение характеристик станции, позволяющее засекать объекты с меньшей ЭПР. Вторая: правильная идентификация цели.

Так, для обнаружения БпЛА в зенитных ракетных комплексах (ЗРК); зенитных ракетно-пушечных комплексах (ЗРПК), зенитных артиллерийских комплексах (ЗАК) как правило, используют штатные РЛС, оптические и пассивные пеленгаторы. Оценка показывает, что для существующих отечественных средств ПВО эта вероятность обнаружения 0,5-0,8 для БпЛА с ЭПР не менее 2 м<sup>2</sup>.

Правда, прогресс в радиолокации позволяет решать подобные проблемы. С обнаружением БпЛА с ЭПО не более 0,1 м<sup>2</sup> эти радары трудностей уже не встречают, однако получают взамен более сложную проблему — идентификацию цели и ее отделение от сигнатур летящих птиц, помех и других отраженных сигналов, которые локаторы обычно отфильтровывают.

Решение подобных проблем видят в локаторах с изменяемой в цикле обнаружения разрешающей способностью. Такие радары способны надежно обнаружить и идентифицировать летящие объекты с небольшой радиолокационной сигнатурой, движущиеся по нелинейным, практически случайным траекториям. При этом в локаторах нового поколения был применен отработанный алгоритм идентификации птиц, и военные должны быть благодарны орнито-



логам, чья «птичья математика» теперь используется в военных целях. РЛС «анализирует сигнатуры и кинематику БПЛА с целью его классификации и идентификации и подает сигнал на оптоэлектронную (инфракрасную) камеру для более точной идентификации.

На парижском авиасалоне в 2015 году компания Controp Precision Technologies показала свой тепловизор Tornad. Он способен определять малейшие изменения в пространстве, связанные с полетами небольших БПЛА. В нее встроена автоматическая система звукового и визуального предупреждения для извещения оператора о любом вторжении в бесполетную зону. С целью нейтрализации угрозы эта система может быть интегрирована в систему электронного противодействия или вооружения.

Компания ECS создала систему AUDES, которая во время испытаний продемонстрировала способность обнаруживать, отслеживать и нейтрализовать цели всего за 15 секунд. С целью расширения зоны наблюдения эти системы могут объединяться в сеть, будь это несколько полноценных систем AUDES или сеть радаров, соединенных с одним блоком «обзорно-поисковой системы-глушителя».

Система Hawkeye имеет доплеровский радар, работающий в диапазоне Ku с максимальной дальностью действия 8 км, может определять эффективную площадь отражения размером до 0,01 м<sup>2</sup>.

Детектор DRONESHIELD способен засекал малоразмерные и лёгкие коптеры, минимум срабатываний по «непрофильным» целям (птицы, воздушные змеи, воздушные шары, фейерверки, «китайские фонарики»), нечувствителен к помехам и немонолитным препятствиям (деревьям, столбам, проводам, антеннам), способен отфильтровывать фоновые и городские шумы, вычлняя только характерный звук двигателей и пропеллеров. Система, основанная на принципе акустического обнаружения, имеет ряд преимуществ перед системами лазерного, светового, радиолокационного, оптического, инфракрасного и радиочастотного обнаружения. Программное обеспечение акустических детекторов содержит базу данных звуковых характеристик всех БПЛА. Это позволяет системе не реагировать на птиц и воздушные суда, выявляя только потенциально опасные объекты. Дальность обнаружения до 1000 м по расстоянию до цели и 500 м по высоте цели.

### *Противодействие.*

Уничтожить. Самый простой и логичный способ избавиться от БпЛА – уничтожить его. Для проведения атаки может использоваться любое доступное вооружение, использование которого является наиболее целесообразным в текущих условиях: контактного воздействия – стрелковое оружие, средства ПВО, зенитные ракетные комплексы и неконтактного, основанного на новых физических принципах.

#### **1. Средства ПВО, стрелковое оружие.**

Для поражения БпЛА, могут применять как ракетное, так и пушечное вооружение. Однако с точки зрения военно-экономической целесообразности и рационального расхода боекомплекта ЗРК применение управляемых ракет для поражения БпЛА в тактической зоне явно не выгодно. Поэтому основным средством для их поражения в настоящее время являются ЗРПК.

Непосредственное поражение БпЛА ЗРПК будет осуществляться фугасными, осколочными, бронебойными, кумулятивными и зажигательными снарядами пушечного вооружения.

Малые габаритные размеры БпЛА не позволяют эффективно поражать их зенитными артиллерийскими комплексами и стрелковым оружием. Малая ЭПР осложняет поражение их управляемыми ракетами с радиолокационными ГСН. Использование против БпЛА управляемых ракет с инфракрасными ГСН также является малоэффективным ввиду того, что ИК-излучение маломощных двигателей БпЛА практически равно фоновым значениям.

Прямых попаданий при стрельбе из пушки обычным снарядом дожидаться очень трудно — вероятность подобного события мала. Но если обычная пушка будет иметь выстрел с особым снаряжением боевой части снаряда, то все станет проще. Особое снаряжение — это поражающие элементы в виде вольфрамовых шариков. Каждый весит около 1 г, а их общее число — порядка 400-500 штук. При подрыве снаряда около БпЛА они образуют накрывающее облако, и аппарат успешно поражается дробью, словно дичь при охоте с дробовиком.

Появление боеприпасов с интеллектуальными взрывателями и заданным воздействием позволяет добавить возможности борьбы с БпЛА. Технология программируемых взрывателей обеспечивает «нормативные» подрывы во всей зоне эффективного поражения,

типичные размеры которой, например, составляют 200–4000 м по ширине и 0–3000 м по высоте.

Примером могут служить 35-мм зенитный снаряд KETF (Kinetic Energy Time Fuse) с взрывателем по технологии ANEAD (Advanced Hit Efficiency and Destruction); 40-мм снаряд PMD 330 с числом поражающих элементов 407 весом по 1,24 г; снаряд PTFP (Programmable Time Fuse Pre-Fragmented) — более сотни поражающих элементов цилиндрической формы из вольфрама, стабилизируемых вращением, чтобы улучшить структуру облака осколков для более эффективного поражения цели. Типичные состоят из 24 выстрелов.

Как известно, БпЛА представляет собой сложное сочетание элементов, агрегатов, частей и систем, скомпонованных в единый объект, которые в различной степени влияют на его живучесть в целом. Так, при выходе из строя одних из них БпЛА оказывается сраженным, т. е. сбитым или не способным выполнять боевую задачу, выходе из строя или повреждении других второстепенных элементов останется способным продолжать полетное задание.

Вероятность поражения, рассчитанная применительно к возможностям стоящих на вооружении ЗРПК, показывает, что большинство из них способны поразить БпЛА с ЭПР более  $2 \text{ м}^2$  с вероятностью 0,3–0,7. Однако это не касается БпЛА с малой ЭПР. Проблема обуславливается тем, что средства ПВО, принятые на вооружение еще в СССР, проектировались и создавались для решения задач по отражению групповых и сосредоточенных ударов средств воздушного нападения противника и предназначались для поиска и поражения целей, отличающихся по своим характеристикам от тактических БпЛА.

Более того, РЛС ПВО будет крайне сложно обнаружить цель при полете БпЛА на небольшой высоте над зданиями в черте населенных пунктов из-за многочисленных отражений зондирующего радиосигнала от объектов, обладающих значительно большим ЭПР, чем БпЛА.

**2. Микроволновой излучатель.** По некоторым данным, за рубежом ведутся работы по созданию микроволновых излучателей, способных «сжигать» электронику летательного аппарата. Современные БпЛА характеризуются широким использованием в конструкции планера композиционных материалов, применение кото-

рых приводит к существенному снижению радиолокационной заметности. Вместе с тем, данное техническое решение делает возможным прохождение электромагнитного излучения через корпус БПЛА и воздействие на его электронное оборудование. Многочисленные проводники, входящие в состав аппаратуры БПЛА можно рассматривать как паразитные антенны, принимающие или излучающие электромагнитные поля.

При обнаружении БПЛА в его сторону осуществляется ориентация излучающей антенны и осуществляется генерация электромагнитного излучения, в результате чего на его паразитных антеннах появляются наведенные токи, которые вызовут отказы в работе электронного оборудования бортовой системы управления БПЛА (от перемежающихся отказов (сбоев) до необратимых катастрофических отказов), следствием чего станет падение аппарата.

Еще одно новшество – прецизионно-направленное воздействие на цель мощным СВЧ-излучением, которое сжигает любое радиоэлектронное оборудование, выводит из строя ЭВМ, программное обеспечение.

**3. Лазер.** Если ракетная или пушечная ПВО может оказаться неподходящей, слишком дорогой или неэффективной против БПЛА, то оружие направленной энергии может предоставить в этом случае еще один вариант.

В странах Запада на разных стадиях испытаний находятся лазерные пушки мощностью 5-10 кВт с перспективой на ее увеличение до 50-100 кВт. Пушки имеют один или несколько лазерных стволов. Система управления лазерной системой фокусирует луч лазера на самой уязвимой части БПЛА - на его хвостовом оперении и задней части.

Когда еще не было мощных лазеров, работы проводились с лазерами маломощными, луч которых, попадая на воздушную цель (БПЛА), просто ее подогревал до «очень хорошей» тепловой сигнатуры, и БПЛА становился неплохой целью для ПЗРК типа Stinger с тепловой ГСН.

*Нейтрализовать.*

Радиоэлектронная борьба. Основные способы взлома БПЛА:

взлом зашифрованного канала или подмена данных авторизации и получение за счет этого доступа к управлению;

использование уязвимостей программного обеспечения, в том числе переполнение буфера;

использование интерфейсов и каналов данных оригинального программного обеспечения для «протаскивания» стороннего кода.

Для успешного подавления работы БПЛА необходимо установить частоты, на которых ведется управление им, после чего «забить» их помехами – организовать завесы на трассах полетов БПЛА. После воздействия на БПЛА с помощью радиопомех они обычно задействуют свой протокол безопасности. Чаще всего это предполагает три возможных сценария развития событий: зависание БПЛА над текущей позицией (до последующего падения после разрядки аккумуляторных батарей), посадку на землю или возвращение аппарата в точку старта. При этом в любом случае выполнение БПЛА его миссии будет прервана. Средства РЭБ подавляют не только канал управления, но и сигналы навигационной системы.

Британская компания SRC объявила о разработке системы для борьбы с БПЛА Anti-UAV Defence System (AUDS). Радар используется для обнаружения БПЛА, обзорно-поисковая система для сопровождения и направленный радиочастотный в качестве нейтрализующего компонента. AUDS продемонстрировала способность обнаруживать, отслеживать и нейтрализовать цели за 15 сек на дальности до 2,5 км.

Но наиболее коварны не силовые приемы, а интеллектуальные электронные спуфинг-атаки (spoof – обман) на навигационную систему: кодовое внесение ошибки определения координат местоположения БПЛА, создание ложного созвездия и др. В ходе атаки посылается симитированные навигационные сигналы на приемники БПЛА, выдавая ему ложные навигационные данные, которые, тем им воспринимаются как истинные. За счет такой «подмены» навигатор неправильно определяет свое местоположение.

Захват. Для борьбы с БПЛА разрабатываются специальные системы захвата (поимки) как наземного, так и воздушного применения. Суть их применения состоит в том, что специальная сеть либо растянута (например, между зданиями и деревьями) либо вложена в бокс и выстреливается в направлении БПЛА с целью его поимки. Компания Malou Tech представила гексакоптер, оснащенный специальной рамой со сменными картриджами, заряжающихся CO<sup>2</sup> и сеткой, которая выстреливается при подлете к БПЛА.

## **ВАЖНО!!!**

### **ПЛАТФОРМА ОБНАРУЖЕНИЯ ДРОНОВ DJI – AEROSCOPE**

В зоне проведения СВО украинской стороной активно применяется средство обнаружения дронов фирмы DJI – DJI Aeroscope. Система была разработана для того, чтобы обезопасить критически важную инфраструктуру от наблюдений и опасностей от сторонних лиц. Никто не предполагал, что в условиях войны это может играть против правил и не предусмотрел «кнопки выключения», которая бы не навредила обеим сторонам.

Как работает AeroScope: все дроны DJI, выпущенные с 2017 года, транслируют информацию, которая может быть обнаружена специальным приемником на расстоянии до 50 километров (в идеальных условиях без ветра):

- месторасположение;
- высота полета над землей;
- скорость передвижения;
- направление дрона;
- серийный номер устройства;
- месторасположение пилота, который им управляет.

Дальность обнаружения зависит, в первую очередь, от открытости рельефа в месте установки, уровня помех в районе мониторинга, степени усиления сигнала (ненаправленная антенна = 0дБ, G8 = 8дБ), направленности антенны, типа протокола передачи данных (OCUSYNC, LB, WiFi), используемого БПЛА.

К сожалению, никаких спасительных прошивок от Aeroscope не существует, хотя разговоров о них много. Компания DJI как производитель дронов действительно создала средство их обнаружения. Единственная разумная реакция оператора, если вскоре после включения пульта по нему начали стрелять это отключать пульт и прятаться.

DJI продает два типа приемников для обнаружения дронов: компактный вариант (рис.40), стационарный, который обеспечивает возможность обнаружения на больших расстояниях (рис.41). Все данные, которые можно обнаружить через AeroScope, пользователь запросто может выкачать в частное облако или на сервер. Техниче-

ски, для слежения через портативное устройство даже не требуется интернет.

В среднем, цена «DJI AeroScope Portable Unit» составляет от 10 тыс. долларов, а цена системы G8 средней дальности от 25 и 150 тыс. долларов.



Рис. 40. Компактный вариант



Рис.41. Стационарный вариант

### **Почему нельзя отключить AeroScope**

Пользователь дрона не может отключить себя от обнаружения AeroScope, потому что это находится в программном коде беспил-

лотника. Сигнал передается локально на стандартных частотах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц.

Есть возможность выпустить новую прошивку для дронов с учетом отключения обнаружения. Потому что для некоторых более ранних моделей, именно так и была добавлена система. Но, опять-таки, нет возможности, что обнаружение отключится именно на территории Украины или России.

Теоретически, DJI может установить неактивные геозоны над некоторыми территориями. Либо отозвать сертификаты на обнаружение AeroScore. Но здесь тоже есть свои нюансы: пользователи смогут обойти проблему «неактивных зон», если не установят последнее ПО. И мы не знаем, есть ли у DJI возможность отозвать сертификаты на использование системы обнаружения, чтобы после этого отключить их. Если системы работают без подключения к интернету — это почти невозможно.

#### Как обезопасить себя во время запуска дрона DJI

1. Во время запуска отключите GPS, переведите телефон в «Режим полета»;
2. Выберите безопасное место для себя (оно должно находиться на расстоянии от места пуска дрона);
3. Включать беспилотник именно на выбранном для пуска месте, а не по дороге и не в месте-убежище;
4. После включения вернуться в безопасное место и там управлять беспилотником;
5. После окончания полета, выключать дрон на том самом месте, где вы его запускали: сначала выключается пульт, а после этого сам дрон. Лучше, если у вас есть кто-то в помощниках — чтобы сделать отключение на расстоянии.

#### Способы маскировки от БПЛА:

1. Дневная маскировка: прячьтесь в тени от зданий или деревьев. Используйте густой лес, блиндажи и перекрытые щели как естественное укрытие или применяйте маскировочные сети.
2. Ночная маскировка: прячьтесь внутри зданий и сооружений или под укрытием деревьев и листвы. Лишний раз не включайте фонарики или автомобильные фары.



3. Тепловая маскировка: спасательные одеяла (так называемые космические одеяла) изготовленные из майлара не пропускают инфракрасное излучение. Ночью оденьте спасательное одеяло как пончо, это поможет вам спрятаться от обнаружения инфракрасной камерой. В жаркую погоду, когда температура воздуха 36°- 40°С, инфракрасная камера не может различить человека. В жаркую погоду, также следует прятаться в тепловой тени нагретых предметов (камней, стен зданий и т.д.) В холодную погоду толстый ватный бушлат или старая советская шинель значительно снижают тепловое излучение тела.

4. Подождите плохой погоды. Многие беспилотники не могут работать при сильном ветре, дыме или грозах. Но на данный момент существуют несколько моделей всепогодных ударных БПЛА.

5. Никакой беспроводной связи. Использование радиостанции, мобильного телефона или GPS-устройств может выдать ваше местоположение.

6. Ложные цели. Используйте манекены или чучела в человеческий рост, чтобы обмануть воздушную разведку. Используйте отражающие элементы или зеркала, ковры, изготовленные из дерна, грязь (глину) на крыше зданий и автомобилей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном учебном пособии изложены вопросы подготовки и выполнения огневых задач с БпЛА типа квадрокоптер с артиллерийскими формированиями.

Материал первой главы позволяет получить знания о концепции развития микро (мини) БпЛА, их классификации и тактико-техническим характеристикам БпЛА, применяемых в целях выполнения огневых задач артиллерийскими подразделениями.

Во второй главе подробно изложены состав и возможности комплексов с БпЛА типа квадрокоптер.

В третьей главе рассмотрена организация воздушной разведки с БпЛА.

В четвертой главе раскрыты особенности управления огнем при выполнении разведывательно-огневых задач артиллерией с БпЛА, приведены способы пристрелки.

В пятой главе даны способы обнаружения и уничтожения БпЛА, особенности работы операторов в боевых условиях.

Изложенные в пособии способы пристрелки с БпЛА малой дальности способствует формированию глубоких знаний по стрельбе и управлению огнем, умелому их использованию при выполнении огневых задач в бою.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ  
ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ БПЛА ТИПА КВАДРОКОПТЕР

1. Развертывание БПЛА на позиции и подготовка к работе – до 10 мин.
4. Подготовка программы полетов – до 2 мин.
5. Подготовка БПЛА к пуску – до 5 мин.
6. Контроль готовности к выполнению поставленной задачи – до 0,5 мин.
7. Изменение программы полетного задания – до 1 мин.
8. Обслуживание стрельбы артиллерии – до 30 мин. (в зависимости от емкости АКБ).
9. Свертывание из боевого положения в походное и оставление позиции – до 5 мин.

## ДЕМАСКИРУЮЩИЕ ПРИЗНАКИ ОБЪЕКТОВ (ЦЕЛЕЙ)

*К общим демаскирующим признакам объектов (целей) при ведении разведки относятся:*

характерное расположение объектов;  
признаки деятельности (движение, пыль, дым, огонь и т. п.);  
следы деятельности (свежий выброшенный грунт, за дульные конуса и т.п.);

цвет объектов (если он отличается от цвета окружающей местности);

отблески от стекол и неокрашенных металлических частей.

*Демаскирующими признаками стартовых позиций, с которых производятся пуски ракет и реактивных снарядов, являются:*

реактивные снаряды, установленные на пусковых установках в открытом виде или под чехлами;

наличие на позиции автомобильных радиостанций с антеннами;  
появление после пуска большого облака дыма и пыли над позицией;

светящиеся трассы ракет на активном участке траектории;

инверсионный след ракеты на траектории;

вспышка и зарево при пуске ночью.

*Артиллерийские батареи на огневых позициях, не ведущие огня, обнаруживаются по следующим демаскирующим признакам:*

а) местоположение огневой позиции.

В зависимости от характера местности, выполняемой задачи, типа и калибра орудий, дальности стрельбы артиллерия эшелонируется на глубину от 1 до 10 км от линии фронта.

Размеры ОП батареи, с учетом расположения транспортных средств и непосредственного охранения, составляют до 300-800 м по фронту и до 800 м в глубину.

В лесисто-болотистой местности ОП располагаются на опушках леса, обращенных к линии фронта, на просеках, вблизи дорог и на возвышенных участках местности, заросших кустарником. На пересеченной местности ОП располагаются в рощах, лощинах, оврагах, за обратными скатами высот.

В населенных пунктах ОП выбираются на площадях, в парках, скверах, на стадионах, вблизи построек, в тени построек и деревьев.

б) порядок расположения орудий (орудийных окопов).

На ОП батареи среднего калибра орудия располагаются с интервалом 30-50 м. Расположение орудий может быть в линию и фигурно (круг, волна, уступом вправо, уступом влево).

Для самоходных орудий могут отрываться орудийные окопы в форме трапеций, угла. Для буксируемых орудий оборудуются орудийные окопы с круговым или ограниченным сектором обстрела. Диаметр окопа с учетом бруствера составляет 18-22 м. На ОП батареи крупного калибра орудия располагаются в линию батареи или повзводно с интервалами между взводами 200-300 м.

в) наличие признаков деятельности.

*Стреляющие батареи могут быть обнаружены по следующим демаскирующим признакам:*

по блеску выстрелов;

по пыли и дыму над ОП во время ведения огня.

Одним из основных признаков деятельности ОП при ведении разведки визуальным наблюдением является наличие задульных конусов, образующихся перед орудием на земле (снегу) от выстрелов (летом в виде светлого конуса, зимой в виде темного конуса).

Если ОП обнаружена, но без признаков деятельности, то также необходимо определить ее координаты для того, чтобы нацелить на нее другие средства артиллерийской разведки и установить периодическое наблюдение.

Ночью и в сумерки батареи демаскируют себя блеском выстрелов (в виде короткого языка пламени бледно-розового или красноватого цвета) и отблесками выстрелов на фоне облаков и опушек леса. Вспышки хорошо наблюдаются утром и вечером даже при наличии тумана.

Днем при солнечном освещении блеск выстрелов наблюдается очень редко. В отдельных случаях при выстрелах образуются кольца дыма, поднимающиеся вверх в направлении выстрела. Если батарея противника ведет беглый огонь, то отдельные дымки выстрелов не успевают рассеиваться и, наслаиваясь один на другой, образуют облако дыма.

Дым от выстрелов в сухую погоду держится 1-2 с. При влажном воздухе или после дождя он заметен лучше, держится дольше и

принимает правильную овальную форму. Если батарея, ведущая огонь, стоит в лесу, то иногда наблюдать блеск выстрела не удается; в этом случае о местоположении батареи следует судить по дыму. Запоминая характерные очертания вершин деревьев, между которыми появился дым, следует привязать огневую позицию к ближайшим ориентирам.

*Имитирующие стрельбу ложные батареи отличаются от стреляющих батарей по следующим признакам:*

имитируемые вспышки дают более продолжительный эффект, чем орудийные;

дым ложных вспышек более густой, клубящийся, не имеющий формы струйки;

нет разрывов снарядов в расположении своих войск.

ОП минометных взводов располагаются в батальонных районах обороны, в районах рот второго эшелона батальона. ОП минометов занимает по фронту до 100-150 м. Окопы для минометов могут быть соединены ходами сообщения.

ОП минометов обычно выбираются в лесу, в оврагах и лощинах, в карьерах, в развалинах зданий, в больших воронках от разрывов снарядов и бомб, в ямах, у крутых берегов рек, на обратных скатах высот, в кустарниках и других местах, облегчающих маскировку и затрудняющих обнаружение.

Минометные позиции включают окопы для минометов, ходы сообщения между окопами, укрытия для расчетов и транспортных средств. Окопы располагаются на различных расстояниях между собой.

Такой закономерности размещения окопов, как на огневой позиции артиллерийской батареи, нет. Иногда позиции могут быть расположены и в траншеях.

Минометные окопы выглядят как круглые точки темно-серого тона. Рядом с этими точками иногда наблюдаются щели и ходы сообщения в виде темных полос.

В лесисто-болотистой местности окопы для минометов устраиваются на поверхности земли, стенки окопов изготавливаются из деревянных срубов или плетней, засыпанных землей. Высота стенок достигает одного метра и более.

При разведке минометных подразделений необходимо иметь в виду, что дальность стрельбы минометов не превышает 3-6 км, зна-

чит, определив район обстрела из минометов, следует вести разведку минометной позиции в пределах указанной дальности.

*Демаскирующие признаки стреляющих минометов:*

днем при отсутствии ветра наблюдается характерная струя дыма в направлении стрельбы до высоты 10-15 м. Иногда вместе со струей образуется дымовое кольцо, поднимающееся на высоту 15-20 м. При наличии ветра дым наблюдается хуже и в течение более коротких промежутков времени;

ночью может наблюдаться небольшое зарево или отблеск на фоне местных предметов, расположенных за ОП (опушка леса, передний скат высоты и т. п.);

ночью, а в пасмурную погоду и днем при выстреле наблюдаются вспышки красного цвета овальной формы.

*Реактивные установки демаскируют себя* внешним видом и стрельбой. Днем при отсутствии ветра наблюдаются темные клубы дыма в конце активного участка траектории и большое облако дыма и пыли над огневой позицией, которое рассеивается только через 20-30 с.

При наличии ветра темные клубы дыма в конце активного участка траектории быстро рассеиваются и становятся малозаметными, облако дыма и пыли над ОП также рассеивается и удлиняется в направлении ветра. Днем в пасмурную погоду и ночью видны разрастающиеся зарева и огненные трассы на активном участке траектории длиной 1-1,5 км, по которым можно установить направление на стреляющую батарею.

*Противником могут быть использованы следующие способы маскировки от воздушной разведки:*

расположение позиций на пестром фоне местности, в мелком сплошном кустарнике, где не требуется специальная расчистка для ведения огня;

размещение орудий в постройках или искусственных сооружениях, которым придается вид построек гражданского типа;

соблюдение дисциплины движения во избежание образования тропинок, дорог, а также маскировка тропинок, дорог и «задульных» конусов;

использование специальных табельных масок для перекрытия окопов, дернование поверхности блиндажей;



маскировка всего района, занятого батареями, срезанной растительностью, т.е. создание искусственного кустарника;

создание ложных позиций, имеющих по возможности все демаскирующие признаки действующих позиций, включая и элементы маскировки в допустимой степени.

Задачей разведки оборонительных позиций противника является определение характера и степени инженерного оборудования оборонительных сооружений, занятости их войсками, расположения огневых средств, пунктов управления и радиотехнических средств в системе обороны.

Инженерное оборудование местности включает: оборудование опорных пунктов (взводных, ротных) и батальонных районов обороны для круговой обороны, позиций для огневых средств (артиллерии, НУР, УР), противопехотных и противотанковых препятствий, окопов, траншей и убежищ для личного состава и боевой техники.

Основу оборудования опорных пунктов составляют стрелковые окопы, ходы сообщения, траншеи, убежища и окопы для огневых средств.

Стрелковые окопы и траншеи демаскируют себя летом светлым тоном бруствера и темным тоном рва (тени от стенок), зимой – темным тоном рва. Бойницы (ячейки) для стрелков в системе траншей выглядят темной точкой, расположенной на более светлом фоне бруствера в сторону фронта. Площадки для ручных пулеметов и противотанковых средств просматриваются в отличие от бойниц более крупной точкой.

Площадки для крупнокалиберных пулеметов выглядят светлым полукругом, примыкающим к траншее. Окопы для безоткатных орудий имеют прямоугольную форму.

Укрытия для транспортных средств и боевой техники представляют собой котлованы с аппарелью.

Укрытия для танка и самоходного орудия отличаются от укрытия для транспортной машины тем, что в передней крутости делается выемка для ствола орудия. Эта выемка выглядит тонкой темной полосой.

Не занятые укрытия выглядят прямоугольником более светлого тона, чем окружающая местность, а занятые – темным тоном. При

отрывке укрытий средствами механизации образуется большая площадь нарушенного грунта в виде крупного светлого пятна.

При отрывке вручную укрытие окаймляется светлым полукругом или кругом.

Противотанковые рвы определяются по характерным широким зигзагообразным полосам светлого и темного тона. Они устраиваются на сравнительно ровной местности и на пологих скатах. Надолбы просматриваются в виде зигзагообразных полос, состоящих из черных пятен.

*При разведке оборонительных сооружений противника необходимо установить:*

начертание окопов, траншей, противотанковых препятствий;  
расположение позиций огневых средств;  
систему заграждений в глубине обороны и между опорными пунктами;  
ходы сообщения между сооружениями и возможные пути маневра.

*Основными демаскирующими признаками районов сосредоточения резервов являются:*

наличие войск, транспортных средств, танков, самоходных орудий и другой боевой техники в лесах, оврагах и населенных пунктах;

наличие и строительство различных укрытий и оборонительных сооружений;

«наезженность» дорог у опушек леса, наличие свежесрубленных просек, появление новых подъездных путей от основных дорог к населенным пунктам, лесам.

Районами сосредоточения танков обычно служат леса, рощи, кустарники, сады, населенные пункты, неглубокие лощины.

Вероятные места районов сосредоточения и маршрутов движения резервов указывает артиллерийский командир при постановке задач на разведку.

Движение войск по дорогам летом можно обнаружить по пыли. Если колонна невидна, то длина колонны определяется по длине облака пыли. При определении направления движения колонны по пыли учитывается направление ветра.

При движении механизированной колонны образуется густое высокое облако пыли, плотное в нижней его части, а при движении пешей и конной колонны образуется низкое облако пыли.

*При разведке районов сосредоточения резервов противника необходимо установить:*

границы районов сосредоточения и состав войск в нем;

наличие и характер оборонительных сооружений и других специальных сооружений;

начало и направление выдвижения резервов, и рубежи их развертывания.

Данные о скоплении войск противника в районах мостов, переправ, дефилов, а также данные об угрозе обхода или охвата наших войск с флангов должны передаваться немедленно.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТНОСТИ И НОЧЬЮ

### *а) Особенности разведки в северных районах*

При ведении разведки необходимо учитывать:

продолжительность периодов полярного дня и полярной ночи;  
возможность действий войск противника на разобщенных направлениях и соответствующее расположение объектов разведки;

частые и резкие изменения погоды, сопровождающиеся сильными ветрами, метелями и поземками, а также сильное обледенение вертолетов на земле и в воздухе, низкие температуры в течение большей части года;

неустойчивость распространения радиоволн, затрудняющую применение радиотехнических средств;

уменьшение времени работы АКБ.

При ведении визуальной ориентировки используются такие характерные ориентиры, как острова, озера, реки, конфигурация морского побережья, вершины гор.

Повышенная прозрачность воздуха в хорошую погоду увеличивает возможность ведения разведки визуальным наблюдением.

Основное внимание при ведении разведки должно уделяться населенным пунктам, дорогам, которые могут вывести противника на открытые фланги наших войск.

### *б) Особенности разведки в горной местности*

При ведении разведки необходимо учитывать:

резкие изменения метеорологических условий, которые характеризуются внезапным образованием низкой облачности, туманов и интенсивной грозовой деятельностью, а также наличием вертикальных потоков воздуха, изменением направления и скорости ветра, резкими колебаниями температуры в течение суток;

разнообразии климатических и погодных условий в одном и том же районе боевых действий;

резко пересеченный рельеф местности в сочетании с массивами лесов и наличием светотеней, затрудняющих ориентировку и поиск разведываемых объектов;

возможность расположения средств ПВО противника на склонах и вершинах гор.

*в) Особенности разведки ночью*

Артиллерийские батареи и минометные подразделения на огневых позициях можно обнаружить по блеску выстрелов. Колонны механизированных войск могут демаскировать себя светом фар и зажженными ручными фонарями в пунктах остановки или во время заторов, поэтому любой источник света, замеченный в расположении противника, должен привлечь его внимание.

Освещение местности осветительными снарядами производится специально назначенной для этой цели батареей (взводом, орудием) или одним-двумя орудиями той батареи, которая выполняет огневую задачу.

Один снаряд калибра 100 мм и менее освещает участок местности диаметром 400-500 м, а снаряд калибра свыше 100 мм – 700-800 м в течение 30-40 с.

Огонь для освещения участка местности открывается по команде оператора.

При постановке задач на разведку ночью артиллерийский командир должен учитывать время восхода и захода луны и солнца, метеорологические условия, характер местности в полосе разведки и другие факторы.

**РАБОТА ДОЛЖНОСТНЫХ ЛИЦ  
при выполнении разведывательно-огневой задачи  
с БпЛА типа квадрокоптер (вариант)**

Командир батареи	Начальник комплекса БпЛА	Оператор БпЛА
<p>Организует взаимодействие с командиром комплекса БпЛА. Доводит координаты ОП, порядок пристрелки и обслуживанию стрельбы. «Шмель» я «Волга». Координаты огневой позиции № 1 3452680, 7719278, 9145. Основное направление 45–00. Калибр 152. Дымовых 15</p>	<p>Докладывает состав и возможности комплекса по разведке и обслуживанию стрельбы. «Волга» я «Шмель». Состав – 3 БпЛА. Целевая нагрузка: видекамера. Возможности разведки: определение координат и размеров целей, обслуживание стрельбы артиллерии, радиус действия –15 км, потолок 2000 м, точность определения координат целей 15 м, время готовности к запуску 10 мин, время непрерывной работы – 30 мин, имеется выносных АРМ – 1, УКВ радиосвязи – 2</p>	
	<p>Ставит задачу оператору на подготовку БпЛА к ведению разведки в РОВ</p>	<p>Получает задачу на ведение разведки. Вводит исходные данные в автопилот (скорость полета, высоту, точки маршрута). Проверяет целевую нагрузку</p>
<p>Устанавливает взаимодействие с оператором БпЛА: получает выносной АРМ работы целевой нагрузки и средства связи, размещает их и проводит проверку работоспособности</p>	<p>Выдает КБ выносной АРМ работы целевой нагрузки и средства связи, дает команду на проверку их функционирования</p>	<p>Проводит проверку функционирования выносного АРМ работы целевой нагрузки и средств связи</p>
	<p>В соответствии с планом полетов дает команду на подготовку и пуск БпЛА и ведение разведки</p>	<p>Производит пуск</p>
		<p>Управляет полетом и ведет разведку по заданному маршруту, следит за качеством связи сигналов с БпЛА, метеорологической обстановкой, зарядкой АКБ</p>

Командир батареи	Начальник комплекса БПЛА	Оператор БПЛА
Принимает доклады от оператора. Наблюдает по монитору за работой оператора	Получает доклады от оператора и докладывает КБ	Докладывает о пуске и состоянии полета – скорость полета и ветра, высоту полета, температуру за бортом, параметры работы целевой нагрузки
		При обнаружении объектов изменяет маршрут полета по кругу(зависание) <b>«Перевозу БПЛА в полет по кругу – высота 500, радиус 300» или «Провожу зависание: высота 500, дальность 300»</b>
Наблюдает по монитору за работой оператора. Получает доклады. Убеждается в правильности данных оператора	Получает доклады от оператора и формирует сообщение о разведанном объекте	Проводит распознавание объектов на основе оперативнотактических признаков. Определяет тип объекта, количество отдельных целей в его составе, размеры по фронту и глубине, степень маскировки, укрытости личного состава и техники, характер действия. Докладывает: <b>«Волга». Я «Шмель». 12.10. Разведан цель М 51. взвод минометный. 53500, 13400, 180. Отдельных целей 4. 150 x 90. Огонь не ведет, оборудуются окопы, порядка 30 человек вне укрытий. Пристрелка по сетке с глазомерной оценкой разрывов</b>
Ставит задачу на подготовку исчисленных установок по цели (вводит данные в ЭВМ): <b>«Дон». Стой. Цель М 51, взвод минометный. X=53500, y=13400, высота 180. 150 x 90. Обслуживает «Шмель». Пристрелка по сетке с глазомерной оценкой разрывов. Зависание высота 500, дальность 300. 10 минут». Основному. Дымовым. 1 снаряд. Зарядить. «Шмель». Обслужить пристрелку цели М 51. Дымовым. Засечь один разрыв. Я «Дон».</b> Осуществляет контроль готовности батареи к открытию огня	Получает задачу от КБ на обслуживание стрельбы	Получает задачу на обслуживание стрельбы

Командир батареи	Начальник комплекса БПЛА	Оператор БПЛА
<p>Уточняет оператору тип применяемых боеприпасов, полетное время снарядов.  <b>«Шмель» я «Волга». Полетное 18</b></p>	<p>Получает доклады от оператора. Докладывает КБ о готовности к обслуживанию стрельбы</p>	<p>Докладывает о готовности к обслуживанию стрельбы</p>
<p>Ставит задачу на открытие огня и засечку разрыва.  <b>«Дон». Огонь. «Шмель» засечь разрыв</b></p>	<p>Ставит задачу оператору на контроль результатов стрельбы</p>	<p>Определяет отклонение разрыва. Докладывает:  <b>«Волга». Есть разрыв. Выше 40, вправо 20. Я «Шмель»</b></p>
<p>Дает команду на определение корректур и открытие огня. Докладывает об открытии огня.  <b>«Дон». Есть разрыв. Выше 40, вправо 20.</b></p> $\Delta D = \beta \frac{0,001 D_c^{БПЛА^2}}{H_{БПЛА}} = 40 \frac{0,5^2}{0,3} = 33$ $\Delta \delta = -K \gamma \alpha = -\frac{500}{5000} 20 = -2$ <p><b>Батарее. Прицел меньше 2, левее 0-02. Веер 0-05. ОФ. О. По 2 снаряда. Беглый. Огонь. Я «Волга».</b>  <b>«Дон». Огонь. «Шмель» засечь залп</b></p>	<p>Ставит задачу оператору на контроль результатов стрельбы</p>	<p>Определяет отклонение залпа, фронт разрывов и их категорию, действие цели во время и после огневого воздействия.  Докладывает: <b>«Волга». Есть залп. Выше 15, влево 7. Один миномет уничтожен, потери в личном составе порядка 10 человек, взвод покидает позицию. Я «Шмель»</b></p>
<p>Дает команду на определение корректур и открытие огня.  <b>«Дон». Есть залп. Выше 15, влево 7. Я «Волга».</b></p> $\Delta D = \beta \frac{0,001 D_c^{БПЛА^2}}{H_{БПЛА}} = 15 \frac{0,5^2}{0,3} = 12$ $\Delta \delta = -K \gamma \alpha = -\frac{500}{5000} (-7) = 1$ <p><b>Прицел меньше 1, правее 0-01. Огонь. Я «Волга».</b>  <b>«Дон». Огонь. «Шмель». Засечь залп</b></p>		<p>Определяет отклонение залпа, фронт разрывов и их категорию, действие цели во время и после огневого воздействия.  Докладывает: <b>«Волга». 2 миномета уничтожено, взвод огонь не ведет. Я «Шмель».</b></p>
<p>Ставит задачу на окончание стрельбы и перемещение на новую ОП: <b>«Дон». Стой. Записать. Маневр на 2-ю позицию. Готовность 10 минут. Я «Волга».</b>  Ставит задачу на продолжение ведения разведки:  <b>«Шмель» я «Волга». Маневр 2. Возврат на маршрут</b></p>		<p>Переводит БПЛА в полет по маршруту. Ведет разведку</p>



# Инструкция предполетная

**1.** Определитесь с пунктом интереса для разведки

**2.** Найдите место для пилота

- прямая видимость пункта интереса с учетом высоты полёта 250-450 метров
- наличие укрытия

**3.** Найдите безопасное место для взлета/посадки

Желательно 150-200 метров от пункта до пилота, отсутствие помех в виде веток и проводов. Пункт взлёта и посадки - 7 на 7 метров чистых от преград и высокой растительности

**4.** Изучить на карте ориентиры для визуального возвращения копитера или аварийной посадки в случае потери связи

Среди ориентиров могут быть цветные крыши, башни, церкви и другое. Лучше использовать Яндекс, Гугл-карты или Maps.me

**5.** Очистите карту памяти и/или память копитера

**6.** Предупредите отдел РЭБ или другое подразделение про ведение разведывательных работ с копитера

**10.** Помощник относит копитер на пункт взлёта. Установка батареи и включение дрона только в пункте взлёта (для безопасности пилота)

**11.** Разложить винты копитера

**12.** Вставить батарею

**13.** Включить копитер, поставить на ровную площадку

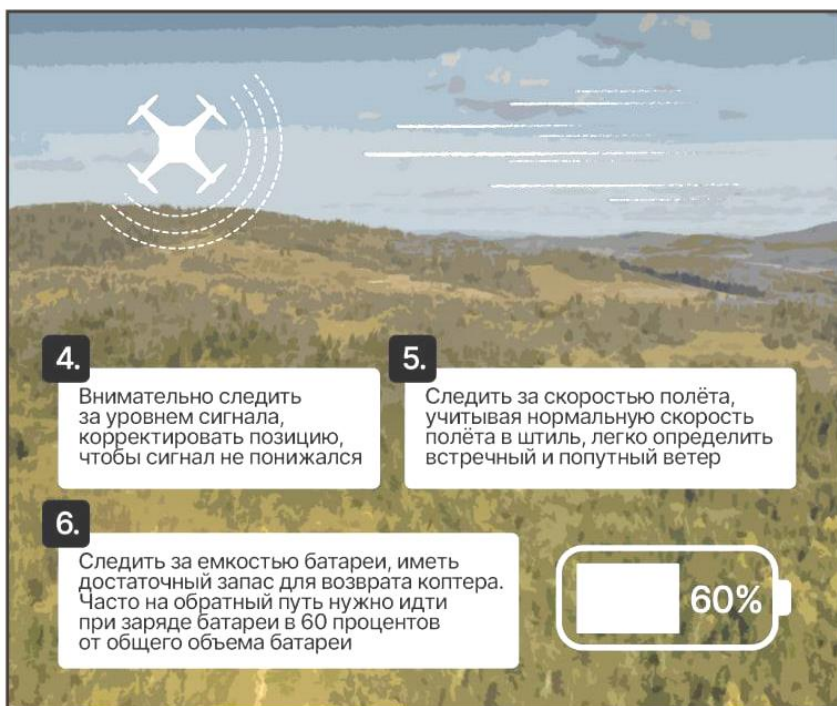
**14.** Пилот взлетает, помощнику немедленно покинуть взлетную площадку

**7.** Оператор копитера занимает позицию

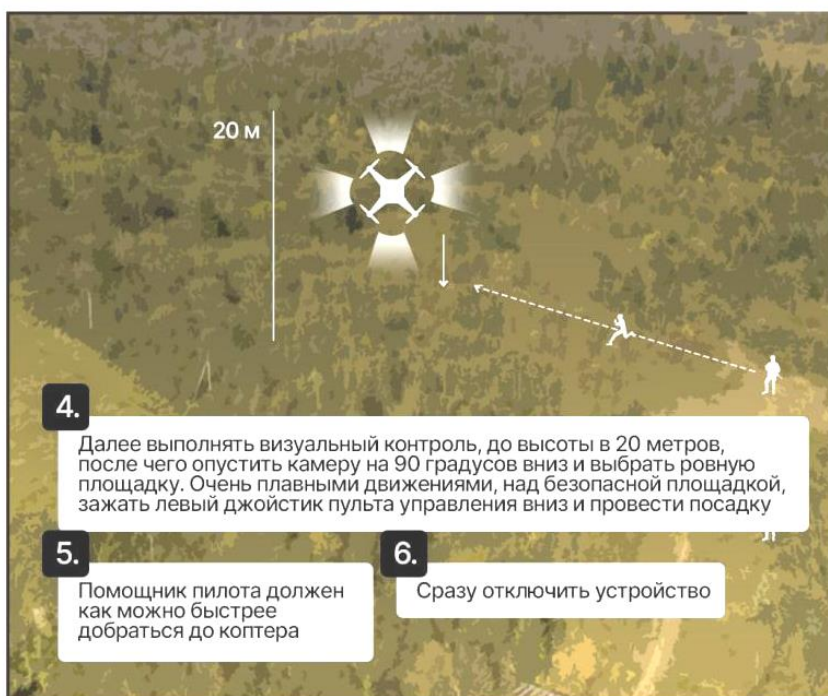
**8.** Перед взлетом включить на планшете или телефоне режим полёта (выключить GPS, Wi-Fi, Мобильную связь)

**9.** Включить пульт копитера с подключенным планшетом/телефоном

# Инструкция полётная



# Инструкция завершения полёта



## Приложение 6

### Основные ТТХ коптеров семейства MAVIC






 Дрон Мания онлайн журнал о дронах	MAVIC AIR 2 	MAVIC 2 PRO 	MAVIC AIR 	MINI 2 
<b>Дата релиза</b>	Апрель 2020	Август 2018	Январь 2018	Ноябрь 2020
<b>Позиционирование продукта</b>	Дрон начального уровня с мощной системой избегания препятствий	Профессиональный дрон начального уровня с мощной системой избегания препятствий	Дрон начального уровня с мощной системой избегания препятствий	Дрон начального уровня
<b>Вес</b>	570 г	907 г	430 г	< 249 г
<b>Моб. приложение</b>	DJI Fly	DJI GO 4	DJI GO 4	DJI Fly
<b>Ёмкость АКБ</b>	3500 мАч (3S)	3850 мАч (4S)	2375 мАч (3S)	2250 мАч (2S)
<b>Макс. время полёта</b>	34 мин	31 мин	21 мин	31 мин
<b>Макс. расстояние FPV удаления (FCC/CE)</b>	10 км/6 км	10 км/6 км	4 км/2 км	10 км/6 км
<b>Система видеопередачи</b>	OcuSync 2.0	OcuSync 2.0	Усиленный Wi-Fi	OcuSync 2.0
<b>Качество видеопередачи</b>	1080p	1080p	720p	1080p
<b>Макс. скорость горизонтального полёта</b>	68.4 км/ч	72 км/ч	68.4 км/ч	57.6 км/ч
<b>Макс. скорость взлёта</b>	14.4 км/ч	18 км/ч	14.4 км/ч	18 км/ч
<b>Макс. ветроустойчивость</b>	8.5-10.5 м/с (5 уровень)	8-10 м/с	8-10 м/с	8.5-10.5 м/с (5 уровень)
<b>Макс. потолок над уровнем моря</b>	5000 м	6000 м	5000 м	4000 м
<b>Камера</b>	1/2" CMOS 12Mn/48Mn	1" CMOS 20Mn	1/2.3" CMOS 12Mn	1/2.3" CMOS 12Mn
<b>Затвор</b>	Электронный	Электронный	Электронный	Электронный
<b>Фокус</b>	Фиксированный	Авто/Ручной	Фиксированный	Фиксированный
<b>Фоторежимы</b>	Покадровый Серийная АЕВ Интервальная SmartPhoto HDR панорама	Покадровый Серийная АЕВ Интервальная	Покадровый HDR Серийная АЕВ Интервальная Панорама	Покадровый Серийная АЕВ Интервальная Панорама
<b>Зум</b>	4x	⊗	⊗	4x
<b>Угол обзора (FOV)</b>	84° (24 мм)	77° (28 мм)	85° (24 мм)	83° (24 мм)
<b>Диафрагма</b>	F/2.8	F/2.8-F/11	F/2.8	F/2.8



Фото форматы	JPEG/DNG (RAW)	JPEG / DNG (RAW)	JPEG/DNG (RAW)	JPEG/DNG (RAW)
Видео форматы	MP4/MOV	MP4/MOV	MP4/MOV	MP4
Макс. разрешение фото (16:9)	48Мп 8000 × 6000	5472 × 3648	4056 × 2280	4000 × 2250
Кодек	H.264/H.265	H.264/H.265	H.264	H.264
10 bit видео	⊗	☑	⊗	⊗
Битрейт видео	120 Мбит/с	100 Мбит/с	100 Мбит/с	100 Мбит/с
Макс. качество видео	4K UHD: 3840 × 2160 при 60 кадр/с	4K: 3840 × 2160 при 30 кадр/с	4K UHD: 3840 × 2160 при 30 кадр/с	4K: 3840 × 2160 при 30 кадр/с
Цветовой профиль	Normal, D-Cinelike	Dlog-M (10bit), с поддержкой HDR видео (HLG 10bit)	Normal, D-Cinelike	Normal
Расширенный HDR	Фото, Видео, Панорама	⊗	⊗	⊗
HDR видео	☑	☑	⊗	⊗
Интеллектуальные режимы полёта	ActiveTrack 3.0 Spotlight 2.0 Point of Interest 3.0 Return to Home	ActiveTrack 2.0 Spotlight 2.0 Point of Interest 2.0 WayPoint 2.0 Return to Home	ActiveTrack Spotlight Point of Interest TapFly Return to Home	Return to Home

10. DJI Tello. Вес 80 г, любительский, размер мини, с камерой максимальное время полета 13 мин.



У Tello есть камера 720р, которая записывает видео неплохого качества. Самой большой проблемой этого квадрокоптера является короткое время полета, поэтому рекомендуем запастись несколькими батареями. Плюсы и минусы: маленький и быстрый легко контролировать удобный пульт дистанционного управления/небольшое время полета.

9. EMAX Tinyhawk Race II любительский с камерой RunCam Nano2 700TVL, вес (с батареей)72,5 г. Дрон предлагается в двух комплектациях – базовой BNF и расширенной RTF. В первую входят две батареи разной емкости, транспортировочный чехол, зарядное устройство, 4 пропеллера и сопутствующий инструмент. А во второй – еще и пульт ДУ, FPV очки EMAX Transporter 5.8G и питание к ним, а также зарядный кабель micro USB. FPV камера Tinyhawk Race II имеет изменяемый угол обзора, а благодаря большому числу фильтров и широкому динамическому диапазону, видео получается очень чистым. Рама из углеродного волокна обеспечивает Tinyhawk Race II максимум прочности при минимуме вибрации. Еще один маленькое, но яркое отличие данной модели – наличие активной светодиодной подсветки, которая меняется в зависимости от агрессивности полета. Плюсы и минусы: высокая ударо-

прочность, безопасный благодаря наличию рамы с кольцевой защитой, подходит для дома и улицы / небольшое время полета – до 7 минут.



8. Parrot Anafi любительский с камерой складная, время полета 25 мин, максимальная скорость 15,3 м/с, навигационная система ГЛОНАСС, GPS, вес 430 г. В то время как DJI доминирует на рынке складных дронов, Parrot Anafi предлагает интересную особенность, которой нет у моделей конкурента. Его камера на подвесе может вращаться вверх, поэтому вы можете снимать фотографии и видео с объектами, которые находятся выше, чем дрон. Это весьма удобно, если нужно, например, пролететь под мостом. Anafi имеет большой выбор режимов полета, чтобы делать интересные снимки, а видео (максимальное разрешение – 4К при 30 кадрах в секунду), которые он записывает, очень плавное, контрастное и детализированное. Тем не менее, ему не хватает функции предотвращения столкновения, которая есть у дронов DJI по сопоставимой цене. Плюсы и минусы: компактный корпус в сложенном виде, работает тихо, хорошо сопротивляется ветру, простота настройки и управления / нет функции предотвращения столкновения.



7. PowerVision PowerEgg X максимальное время полета 30 мин, максимальная дальность 6000 м, максимальное разрешение видеосъемки 2160p, вес 862 г поддерживаемые ОС Android, iOS, навигационная система ГЛОНАСС, GPS, управление пульт+смартфон. Эта модель может работать там, где не могут другие дроны: в воде. Он имеет съемную водонепроницаемую оболочку и понтоны, которые позволяют приземляться и взлетать с водоемов. PowerEgg X может снимать фотографии с максимальным разрешением 4000x3000 пикселей, и видео с максимальным разрешением Ultra HD (4K) при 60 кадрах в секунду. Летает хорошо, хотя и немного медленно (понтон действительно его утяжеляют), и имеет довольно хорошее отслеживание объектов. Плюсы и минусы: может приземлиться и взлететь на воде, может летать в плохих погодных условиях, может использоваться как видеочамера / цена, медленный полет – до 64 км/час.





6. Syma X20P по сложности управления детский, размер микро, без камеры, максимальное время полета 5 мин. Лета недолго, зато может совершать кульбиты, осуществляет автоматический взлет и посадку, и станет отличным развлечением для всей семьи. Syma X20P можно запускать и дома и на улице, по отзывам владельцев он легко поднимается на высоту 5-этажного дома. Плюсы и минусы: недорогой, легкий, заряжается за 40 мин, удобное управление / нет камеры.



5. DJI Mini 2 с камерой, складная конструкция, максимальное время полета 31 мин, максимальная скорость 58 км/ч, навигационная система ГЛОНАСС, GPS, Galileo. Он крошечный, умещается в

ладони, легко взлетает и может находиться в воздухе до 31 минуты. Это один из лучших дронов по цене до 50 000 рублей. Разрешение камеры было улучшено по сравнению с предыдущим поколением, поэтому теперь она может снимать с разрешением 4К при 30 кадрах в секунду. А поскольку она стабилизирована карданом, то видео будет достаточно плавным. Плюсы и минусы: быстрый и маневренный, отличное качество фото- и видеосъемки, удобный контроллер, большая дальность связи / восприимчив к порывам ветра.



4. DJI Mavic 2 PRO с камерой, складная конструкция, максимальное время полета 31 мин, максимальная высота 500 м, максимальная скорость 72 км/ч, навигационная система ГЛОНАСС, GPS, вес 907 гр. Цена около 150 000 рублей. Существуют и другие, более дорогие модели, которые позволяют устанавливать зеркальные фотоаппараты и другие камеры сторонних производителей, но они стоят намного дороже. При разрешении 1920x1080 он может снимать с частотой 120 кадров в секунду и записывать видео в разрешении 4К при 24, 25 и 30 кадрах в секунду. При съемке можно использовать сразу два из доступных форматов фото- и видеоконтента: JPEG, MP4, MOV, RAW. Плюсы и минусы: удобное управление, длительное время полета, отличное качество фото и видео, обход препятствий на 360 градусов / цена.



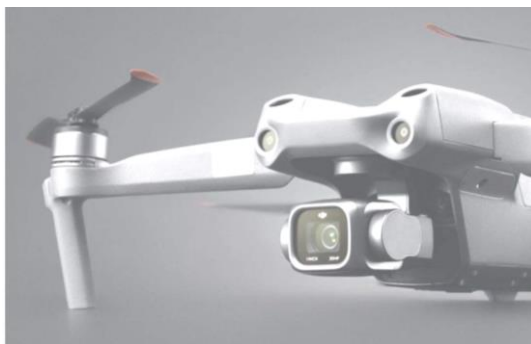
3. DJI Mavic Air 2 с камерой, складная конструкция, максимальное время полета 34 мин, максимальная скорость 68 км/ч, управление по радиоканалу, вес 570 г, навигационная система ГЛОНАСС, GPS. Mavic Air получил улучшенную камеру, способную снимать видео 4K со скоростью 60 кадров в секунду, а также супер-медленное видео 240 кадров в секунду с разрешением Full HD. Он уступает DJI Mavic 2 pro по размеру матрицы (1/2" CMOS против 1-дюймовой CMOS), зато и по цене существенно ниже. По сути, Mavic Air 2 - больше Pro, чем Air. Список функций в Air 2 похож на то, что вы ожидаете от Pro-версии. Новый Mavic Air 2 - не просто обновление оригинального Air. Это совершенно новый дрон с камерой по той же цене. Плюсы и минусы: лучший в рейтинге по цене и качеству, длительное время автономной работы, превосходное качество фото и видео большое, количество режимов съемки (панорама, замедленная съемка и др.), стабильность работы / красивый дизайн, по сравнению с предыдущей моделью непривычно большой пульт.



2. DJI Mavic 3 с камерой, время полета: 46 мин, высота полета 6000 м, автоматический взлет и посадка, возвращение в точку взлета, интеллектуальный контроль ориентации, облет заданных точек, оповещение о запретных зонах, следование за оператором. Он весит на 7 грамм меньше предшественника и оснащен двойной камерой. Внизу находится камера, разработанная в сотрудничестве с Hasselblad, с 20-мегапиксельным датчиком Four Thirds, углом обзора 84°, и переменной диафрагмой f/2,8-11. Она может делать фотографии в 12-битном формате Raw. А над ней размещен 12-мегапиксельный 1/2-дюймовый CMOS-телеобъектив, который позволяет сфокусироваться на объекте вплоть до 28-кратного увеличения. Mavic 3 позволяет записывать видео в разрешении 5.1К на скорости 50 кадров/с, 4К при 120 кадрах/с, или 1080 при 200 кадрах/с. Трехосевой подвес-стабилизатор, на котором размещена система камер, блокируется после каждого полета, а не болтается туда-сюда при транспортировке. В серии Mavic 2 датчики обнаружения препятствий располагались по бокам, но часто они работали ненадежно. А вот Mavic 3 оснащен шестью датчиками «рыбий глаз» и двумя широкоугольными датчиками, позволяющими избегать препятствий на 360°. Длительность полета Mavic 3 превосходит показатели Mavic 2 и Air 2S на 15 минут. Плюсы и минусы: большое количество улучшений по сравнению с Mavic 2, лучшее качество видеосъемки, длительное время полета, корпус стал более тонким и аэродинамичным / цена.



1. DJI Air 2S с камерой, складная конструкция, максимальное время полета 31 мин, максимальная скорость полета 68 км/ч, управление по радиоканалу, вес 595 г, навигационная система: ГЛОНАСС, GPS. Новинка от DJI стала лучшим квадрокоптером 2022 года, поскольку объединяет всё лучшее от Mavic Air 2 и Mavic 2 Pro. DJI Air 2S был представлен 15 апреля. Самое главное улучшение это 1 дюймовая матрица, способная снимать видео непревзойденного качества в разрешении 5.4К: 5472×3078 @ 24/25/30 кадров/с. Производитель добавил пару дополнительных датчиков в передней. Плюсы и минусы: лучший в рейтинге по качеству видео/стоимости, увеличенная дальность и стабильность связи / нет.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитренко А.Г. Воздушная разведка в интересах артиллерии. Уч. пособие. – Пенза.: 2010.–166 с.
2. Карпович А.В., Круковский А.С. Выполнение огневой задачи с помощью комплекса воздушной разведки с БпЛА // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XVII ВНИК. – Том № 6. – СПб.: 2014. – С. 217-222.
3. Карпович А.В., Козлов М.В. Применение БпЛА вертолетного типа для корректирования огня артиллерии // Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XVI ВНИК. – Том № 1. – СПб.: 2013. – С. 324-328.
4. Чернышев Ю.М., Карпович А.В. Выполнение разведывательно-огневых задач с БпЛА. – СПб.: 2015. –75 с.
5. Чернышев Ю.М., Карпович А.В. Обслуживание стрельбы артиллерии с помощью вертолета и комплекса воздушной разведки. – СПб.: 2017. – 64 с.
6. Правила стрельбы и управления огнем артиллерии. Дивизион, батарея, взвод, орудие. Часть 1. – М.: Воениздат, 2020. – 289 с.
7. Моисеев В.С., Гимадеев Р.Г., Борзов Г.Е. Методы формирования типовых траекторий полётов БпЛА артиллерийской разведки // Научный сборник. – № 10. – К.: ВВКУ, 2009. –74 с.
8. Харисов В.Н., Перов А.И., Болдин В.А. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. –М.: 1998. – 400 с.
9. Чернышев Ю.М., Карпович А.В. Выполнение разведывательно-огневых задач с БпЛА коммерческого назначения. – СПб.: 2018. –80 с.
10. Фетисов В.С., Адамовский В.В., Красноперов Р.А. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное развитие. – Уфа.: НПО «Фотон», 2014. –217 с.

11. Гулидов А.А., Ельцов О.Н., Яковлев Р.С. Борьба с беспилотными комплексами – новая задача радиоэлектронной борьбы // Радиоэлектронная борьба в ВС РФ. – М.: 2016. – 43-46 с.
12. Зайцев А.В., Назарчук А.В. Особенности борьбы с тактическими БПЛА // Военная мысль № 3. – М. 2013. – 37-43 с.
13. Лопаткин Д.В. Савченко А.Ю., Солоха Н.Г. К вопросу о борьбе с тактическими БПЛА // Военная мысль №2. – М. 2014. – 41-47 с.
14. Гончаров А.В. Эффективные способы обнаружения БПЛА // Армейский сборник № 3. – М. 2015. – 50-53 с.
15. Аминов С. ПВО в борьбе с БПЛА // Беспилотная авиация: спецвыпуск МАКС. 2011. – 34-36 с.
16. Как убить беспилотник // Популярная механика № 4. – М.: Фэшн Пресс, 2014. – 23-26 с
17. Методические рекомендации по организации и ведению борьбы с БПЛА для тактического уровня // – М.: ГК СВ, 2018. – 74 с.
18. <http://kvadrokopters.com>
19. <http://www.customelectronics.ru>
20. <http://quadrocoptery.ru>
21. <http://fb.ru>
22. <https://mirquadrocoptero.ru>
23. <https://www.rc-russia.ru>
24. <https://digbox.ru/phantom>
25. <http://4vision.ru>
26. <https://rc-today.ru/kvadrokoptery>
27. <https://www.syl.ru>
28. <https://kvadrokoptery.pro>
29. <http://fb.ru/kvadrokopter-dji-phantom>
30. <https://3dnews.ru>
31. <http://hitechlabs.ru>
32. <https://basetop.ru/10-luchshih-kvadrokoptero-2022-god>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений.....	3
Введение.....	4
1. Современное развитие микро (мини) БпЛА.....	5
2. Состав и возможности комплекса БпЛА .....	23
3. Организация разведки с применением БпЛА .....	30
4. Управления огнем при применении БпЛА .....	43
5. Способы обнаружения и уничтожения БпЛА .....	61
Заключение.....	73
Приложения.....	74
Список литературы.....	102