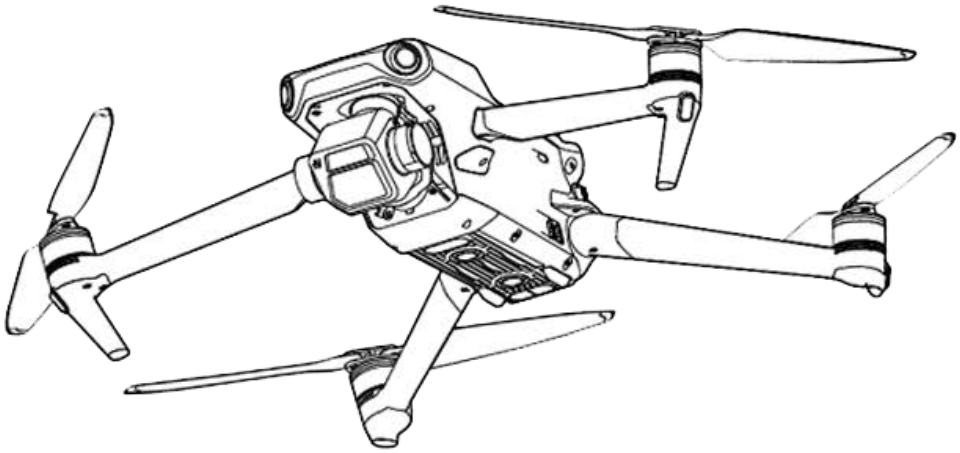




ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА **ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ(ДРОНОВ)**

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02331665009DB114B6428B01EEA9C49F16
Владелец: Новикова Варвара Валентиновна
Действителен: с 28.06.2024 до 28.09.2025

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА
ПРИМЕНЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ (ДРОНОВ)

СОДЕРЖАНИЕ

I ЧАСТЬ

1. Знакомство, мотивационная часть, общая разведка....6
1.1 Знакомство....8
1.2 Мотивация....8
1.3 Интеллектуальная разведка....10
1.3.1 Методы сбора информации....11
1.3.2 Местное население....11
1.3.3 Работа с соцсетями....12
1.3.4 Работа по сбору информации и налаживание контактов с "соседями" по линии фронта....12
1.4 Аэроразведка....13
1.5 Артразведка....13
1.6 Радиоразведка, теория, триангуляция ..13
1.7 Таблицы, систематизация и обработка данных....15
1.8 Реализация разведданных. Артиллерия, правила подачи целей....15
2. Типы БПЛА....17
2.1 Многороторные системы, характерные приемы работы, высоты, скорости....17
2.2 Самолетные системы....18
3. Борьба с беспилотниками, предупреждение, высота....20
4. Аэродинамика....22
4.1 Подъемная сила, крыло, профиль крыла..22
4.2 Удлинение....25
4.3 Аэродинамическое качество....26
4.4 Центровка....27
4.5 Устойчивость самолета....28
4.6 Аэродинамические рули самолета....30
4.7 Тяговооруженность....31
4.8 Воздушный винт....31
4.9 Схемы компоновки ЛА, преимущества, недостатки каждой схемы....33
4.10 Характерные особенности схем ЛА....35
5. Итоги....36

II ЧАСТЬ

1. Радио....38
1.1 Приемные и передаточные устройства на борту БПЛА....38
1.2 Поляризация....42
1.3 Используемые частоты телеметрии, видео, GPS....43
1.4 Помехи, аномалии....43
1.5 Влажность....44
1.6 Лес, правила связи в лесу....44
1.7 Отраженный сигнал, использование водных помех, бетона, металла, усиление сигнала....45
1.8 Антенны....45
1.9 Разница в дальности связи на всенаправленных и направленных антеннах....48
1.10 Зависимость дальности от мощности, частоты и антенны....49
1.11 Радиогоризонт....50
1.12 Выбор площадки....50
2. Принципы работы РЭБ....51
2.1 Глушение сигнала....51
2.2 GPS-спуфинг....52
2.3 Подмена канала управл./телеметрии....52
3. Радиобезопасность....53
3.1 Обманки....53
3.2 Ограничения в использовании радиооборудования....53
3.3 Ограничения по использованию площадок....54
4. Метео- и аэрология....55
4.1 Погода, воздушные массы....55
4.2 Формирование ветра....55
4.3 Формирование местного ветра, термики ..56
4.4 Облака, точка росы, температурный градиент....56
4.5 Расчет нижнего края облака....57
4.6 Расчет вероятности оледенения 58
4.7 Определение тенденции к ослаблению или усилению ветра....58
4.8 Признаки изменения погоды....59
4.9 Атмосферные фронты....59
4.10 Аэрология рельефа, образование роторов....60

III ЧАСТЬ

1. Подготовка к полетам. 62
1.1 Расписание дня....62
1.2 Роли в экипаже....64
1.3 Распределение зон ответственности....65
1.4 Питание и сон....65
1.5 Одежда и обувь....66
1.6 Вода....67
1.7 Питание при выходе в поле....67
1.8 Предполетная подготовка....68
1.9 Послеполетный осмотр....68
1.10 Правила зарядки, использования аккумуляторов....69
1.11 Зарядка NiCd (никель-кадмиевых) и NiMh (никель-металгидридных) аккумуляторов....71
1.12 LiPo (литий-полимерные) аккумуляторы.74
1.13 Практические советы по основным типам батарей: NiMh, NiCd....77
1.14 Практические советы по LiPo....78
1.15 Обслуживание наземной станции, работа с операционной системой, интернет, антивирус....78
1.16 Выходные дни....79
1.17 Хранение техники....80
1.18 Транспортировка и оборудование для транспортировки....80
2. Тактика полетов.. 81
2.1 Выбор стартовых площадок....81

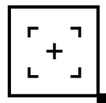
2.2 Цели и задачи, постановка полетной задачи....82
2.3 Начало и завершение полетов, разбор полетов, журнал....82
2.4 Определение технических возможностей и ограничений....84
2.5 Правила расчета заряда аккумулятора, погода, время года....84
2.6 Разведывательный вылет (Аэрофотосъемка)....85
2.7 Правила поиска целей....85
2.8 Следы....86
3. Правила полетов над целью....87
3.1 Выбор времени суток....87
3.2 Включение и выключение фотооборудования....88
3.3 Очистка бортового накопителя....88
4. Разведывательный вылет в темное время....90
4.1 Правила поиска целей....90
4.2 Правила полетов над целью....90
4.3 Выманивание и психическое воздействие на ДРГ и засады....91
4.4 Безопасность....91
5. Вылет на корректировку артиллерийского огня.. 92
5.1 Радиобезопасность....92
5.2 Пределы видимости цели для первого залпа и последующих серий....92
5.3 Уточнение подлетного времени и координация с артиллерией....92
5.4 Правила пристрелки по цели....93
5.5 Определение отклонения снаряда, корректировка....93
5.6 Правила поведения ЛА над целью, построение заходов, скорость, высота....94
5.7 Подтверждение успеха корректировки, возвращение домой....95
6. Вылет на сопровождение колонн....96
6.1 Выбор стартовой площадки....96
6.2 Определение потенциальных мест обустройства засад....96
6.3 Правила поиска и выявления засад....97
6.4 Правила взаимодействия с колонной....97
6.5 Правила взаимод. с подразделениями в начале и конце маршрута....97
6.6 РЭБ - возвращение и прорыв....98
6.7 Тактические приемы (общие: взлет, посадка, набор высоты, поведение над целью....100

IV ЧАСТЬ

1. Расшифровка фотоматериалов....102
1.1 Следы, свежесть, глубина....103
1.2 Роль тени, определ. размеров по тени....107
1.3 Пропорции....108
1.4 Фильтрация в ч/б....109
2. Расшифровка видеоматериалов....110
2.1 Покадровый режим....110

V ЧАСТЬ

1. Компоненты БПЛА....112
1.1 Автопилот, виды, разница....112
1.2 Регуляторы оборотов....114
1.3 Оборудование телеметрии....115
1.4 Навигационное оборудование, поколения GPS,инерционные системы.115
1.5 Приемник сигналов пульта управления. 116
1.6 Преобразователь/стабилизатор в цепи питания....117
1.7 Компас, калибровка....118
1.8 Сервоприводы....118
1.9 Реле....119
1.10 Аккумуляторы....119
2. Компоненты наземной станции....120
2.1 Компьютер....120
2.1.1 Применяемый софт....120
2.1.2 Операционная система....120
2.1.3 Антивирус....121
2.2 Антенное поле....121
2.3 Пульт управления....121
2.4 Устройства автономного питания....122
3. Mission Planner....123
3.1 Точки с координатами....123
3.2 Команды для выполнения....124
3.3 Обязательные команды....124
3.4 Очередность выполнения....125
3.5 Воздействие вручную поданных команд на загруженный маршрут....125



ЗНАКОМСТВО, МОТИВАЦИОННАЯ ЧАСТЬ, ОБЩАЯ РАЗВЕДКА, АЭРОДИНАМИКА

I ЧАСТЬ

1.1 ЗНАКОМСТВО

Борьба с бандеровским режимом на Украине выявила огромную необходимость в беспилотных летательных аппаратах. Поскольку массовая подготовка операторов БПЛА в РФ пока еще не достигла необходимых объемов, для компенсации возможных пробелов в учебно-методических материалов есть смысл использовать знания противника против него самого. Далее будет переведенный на русский язык текст оригинала (с удалением штампов укропропаганды).

Этот курс предназначен для подготовки расчетов операторов беспилотных летательных аппаратов самолетного и мультикоптерного типа. Курс практически не содержит никаких академических знаний, отнюдь не претендует на истину в последней инстанции,

Сотни полетов за линию фронта, тысячи тренировочных полетов позволили накопить некоторые базовые базы, которые следует передавать следующим экипажам.

Многие формулировки упрощены и видоизменены для упрощения их понимания. Курс не привязан к какому-либо конкретному летательному аппарату, поэтому экипажам крайне рекомендован короткий курс от производителя, который поможет избежать и разобраться в особенностях каждого конкретного вида БПЛА. Также, кроме курса теории, необходимы занятия на тренажере и тренировочные полеты на радиоуправляемых моделях. Этот курс содержит материалы для обучения из расчета 25-30 часов теоретических занятий в малых группах.

1.2 МОТИВАЦИЯ

Развитие технологий за последние несколько лет способствовало огромным изменениям в обществе, и армия как срез общества не стала исключением. Средства технической разведки стремительно совершенствуются, требуя новых подходов, новых штатных расписаний, нового отношения к себе и подготовки людей, которые будут их эксплуатировать. Как правило, бойцы, эксплуатирующие или планирующие эксплуатировать подобную технику, не совсем понимают, зачем это нужно и что же их ждет в дальнейшем. Часто командование отправляет на курсы операторов БПЛА людей, которых просто хочет скрыть или уберечь.

В 99 случаях из 100 ничего хорошего ждать от таких лиц не приходится. Поэтому на этапе отбора и подготовки бойцов особое внимание следует уделять мотивации, а также уже имеющейся подготовке. Очень помогает опыт моделизма, планеризма и электроники. Человек, эксплуатирующий средство технической разведки высокого уровня, должен понимать, какая огромная ответственность лежит на нем, и какие возможности дает грамотная эксплуатация и правильно построенная работа по данному виду оборудования.

Работу, выполняемую хорошо подготовленным экипажем, очень сложно переоценить. Из всех доступных на сегодняшний день технических средств разведки аэроразведка является наиболее эффективной. Но она - лишь один из инструментов. Лучших результатов можно достичь, используя все возможные инструменты в комплексе (радиоразведка, аэроразведка, OSINT (open source intelligence — разведка с использованием открытых источников), работа с местным населением, работа с гражданскими, которые проезжают через блокпосты, опросы соседей на опорниках и т.п.). При отборе и подготовке экипажей следует предупреждать, что, несмотря на простоту и отсутствие видимой опасности, работа в аэроразведке занимает практически все время. Ненормированный график, постоянные подъемы и выезды на полеты затемно. Ведение журналов хронометража, использование батарей и постоянная работа по обслуживанию техники. Регулярный сбор информации из доступных источников, систематизация, обработка и подготовка полетных планов и маршрутов. Это все, кроме военных и бытовых трудностей, которые будут неизбежно мешать работе. Ну и вершиной айсберга является то, что за экипажами БПЛА постоянно охотятся. Ввиду своей огромной эффективности и опасности для противника, замеченный в точке взлета экипаж будет немедленно накрыт всей возможной артиллерией, которая сможет туда достать. На взлетных площадках следует ждать работы ДРГ противника, снайперов, минных ловушек. Также стоит опасаться сливания информации, не обязательно умышленной: о месте базирования экипажа, о площадках, с которых ведется работа, о транспорте, на котором передвигается группа. Информация может «проникать» из дружеских опорников, возле которых расположены стартовые площадки, с блок-постов — «о, летуны уехали!», через соцсети. Держать экипаж всегда под пристальным взором не будет никакой возможности. Исходя из этого, следует резюмировать: экипаж БПЛА должен быть достаточно мотивированным для самостоятельной, системной

I ЧАСТЬ

и постоянной работы по сбору информации независимо от условий, в которых ему предстоит работать. По личному опыту: не все командиры понимают, зачем нужен расчет БПЛА и как он должен работать. Существует стереотип, что экипаж БПЛА — это своего рода волшебники, которые по приказу командования здесь и сейчас должны взлететь и привезти фотографии всей вражеской техники и позиций в зоне ответственности этого командования. На самом деле работа БПЛА — что-то похожее на рыбалку. Владение снастями совсем не гарантирует того, что хозяин снастей всегда будет с уловом. Результат достигается систематической работой, пониманием ситуации в зоне ответственности, пониманием погодных условий, особенностей и ограничений конкретного вида техники.

1.3 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РАЗВЕДКА

Специальных подразделений такого типа сейчас нет. Поэтому специализацию, о которой речь пойдет ниже, следует рассматривать не как должность, а как роль.

В последнее время в войсках отмечена такая тенденция, что в любой группе военнослужащих не менее 30% считают себя разведчиками. Причем большинство не понимает, что это такое. В фильмах о войне воин разведчик – бесстрашный гибрид снайпера и штурмовика, способный наедине разгромить дивизию противника. Этот подвид «сферического разведчика в вакууме» для удобства будем называть «тактическим разведчиком». Тактическая разведка фактически является универсальным подразделением, применяемым для различных задач, от сопровождения колонн и эвакуации до разведывательно-диверсионной деятельности и охраны командования. Однако, кроме того, в фильмах показывают еще и шпионов. Такие суровые ребята, работающие в глубоком тылу, внедрены в какую-то враждебную структуру и собирают ценную информацию без оружия. Для удобства будем так и называть их — «шпионы». Так вот есть еще один тип разведчика. Такой разведчик больше похож на «шпиона», но работает преимущественно рядом с линией столкновения, причем в основном с дружеской стороны. Но иногда может проявлять себя и как «тактический разведчик». Занимаются такие разведчики сбором информации. Как правило, из открытых источников. По эффективности, при правильно настроенной работе – очень полезный тип разведчика.

ЗНАКОМСТВО, МОТИВАЦИОННАЯ ЧАСТЬ, ОБЩАЯ РАЗВЕДКА 1

МЕТОДЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ 1.3.1

Используется множество разных способов и их комбинаций для сбора информации, последующей систематизации и формирования задач.

МЕСТНОЕ НАСЕЛЕНИЕ 1.3.2

Как показывает практика, очень часто от местного населения можно узнать многое, что обычно узнается агентурным путем или другими способами. Связи среди местных с обеих сторон линии разграничения существуют, и они достаточно плотные. **Местное население готово делиться информацией, как только оно перестанет воспринимать солдат как угрозу. Например, бандеровские нацисты из Нацгвардии и Правого сектора практически не имеют шансов получить ценный контакт. А боец батальона ТРО - даже наоборот. Вот что говорят об этом сами нацисты**: *"Следует также обратить внимание на то, во что вы одеты. Никаких НАТОвских камуфляжей, модных разгрузок и т.д. Обычный украинский камуфляж, без деталей и элементов «разгрузки», не входящих в стандартную оснастку. Пытаться общаться следует в местах скопления народа. Причем, наверное, бессмысленно будет допрашивать людей на улице, необходима хотя бы минимальная заинтересованность гражданских в общении с вами. Очень эффективное место и способ – сопровождение саперных групп, занимающихся разминированием населенных пунктов после обстрелов. Такие мероприятия собирают большое количество местных, они не чувствуют опасности и охотно идут на контакт. Услышав от вас, что вы мобилизованный боец из ТРО, они часто рассказывают вообще все, что знают: от местных слухов до разнообразных инсайдов от соседа-сепара".*

Иногда с особо ценными лицами удается договориться о постоянных контактах, буквально привлекая и подкармливая их тушенкой или сгущенкой. Ценную информацию, полученную таким образом, вносим в табличку для систематизации (о табличке ниже).

I ЧАСТЬ

Также очень эффективна работа с местным населением на пунктах пропуска. Имея минимальные идеи и зацепки, можно задавать вопросы местным из интересующих вас населенных пунктов, заинтересовав их любым образом (упрощением обзора, продвижением в очереди и т.п.). Общие требования к вам — те же, что и для работы в населенных пунктах.

1.3.3 РАБОТА С СОЦСЕТЯМИ

Соцсети в последнее время приобрели огромную популярность. Пользуются ими почти все. Но не все соблюдают элементарные правила безопасности, что характерно для обеих сторон конфликта. Часто по глупости или по желанию банально похвастаться выкладываются фотографии с геотегами очень интересного нам содержания. Поэтому для успешной работы с соцсетями было бы неплохо осознать для себя, что такое хештег #, геотег фотографии или поста, и как искать информацию. Не буду описывать процедуру, она видоизменяется из-за постоянного усовершенствования соцсетей и достаточно подробно описана в интернете. Замечу только, что хорошо раскрученная учетная запись в твиттере в 2014 г., в условиях конфликта низкой интенсивности, давала по 1–2 хорошие цели в неделю. Как самостоятельный источник информации соцсети не подходят, но могут сформировать задачи по уточнению информации, ради которой можно будет взлетать на БПЛА.

1.3.4 РАБОТА ПО СБОРУ ИНФОРМАЦИИ И НАЛАЖИВАНИЕ КОНТАКТОВ С "СОСЕДЯМИ" ПО ЛИНИИ ФРОНТА

Также очень полезны контакты с соседними опорными пунктами и подразделениями, находящимися в вашем секторе ответственности. В каждом подразделении есть люди, которые контактируют с местным населением, что-то где-то слышали, что-то видели. Ваша задача – найти таких людей и установить с ними контакт. Они, обычно, заодно и посодействуют разобраться в ситуации вокруг.

ЗНАКОМСТВО, МОТИВАЦИОННАЯ ЧАСТЬ, ОБЩАЯ РАЗВЕДКА 1

Также контакты с соседями придется в любом случае налаживать в процессе поиска полетных площадок и для безопасности при выполнении полетов с этих площадок.

АЭРОРАЗВЕДКА 1.4

Очень полезно установить контакты с соседними подразделениями аэроразведки. Они помогут определиться и сориентироваться в радиообстановке на участке, подскажут соответствующие взлетные площадки и контакты старших на опорных пунктах, рядом с которыми эти площадки находятся.

АРТРАЗВЕДКА 1.5

Подразделения артиллерийской разведки, как правило, располагают данными о возможных позициях, с которых работает артиллерия противника. У них обычно есть множество вопросов по разведке имеющейся информации и предложений о совместной работе с аэроразведкой. Совместная работа с подразделениями артразведки дает очень высокие результаты. У артразведчиков есть прямые выходы на свою артиллерию, что облегчает задачу реализации собранных разведданных и экономит время.

РАДИОРАЗВЕЗДКА, ТЕОРИЯ, ТРИАНГУЛЯЦИЯ 1.6

Контакты с подразделениями РЭБ и РЭР тоже очень полезны. От них можно получить информацию о радиообстановке, средствах противодействия и возможные данные о местоположении противника в секторе.

I ЧАСТЬ

Имея собственный радиосканер и комплект антенн (направленная и всенаправленная), можно самостоятельно анализировать радиообстановку и методом триангуляции определять примерное местоположение элементов инфраструктуры противника.

Триангуляция — метод определения расположения искомого объекта, основанный на определении углов направления на этот объект из разных пунктов наблюдения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ ПО ДВУМ УГЛАМ НА НЕЙ



Зная угол на цель по меньшей мере из двух разных позиций, можно определить местоположение цели. Этот метод широко применяется в подразделениях артразведки. Разница лишь в том, что артразведка использует оборудование оптического обнаружения.

Радиотриангуляция с помощью вполне доступных и недорогих устройств позволяет исследовать радиообстановку на глубину до 30-40 км вглубь позиций противника с достаточной точностью (при наличии возможности маневра сканером по фронту вправо-влево). Также в процессе радиоразведки по переговорам противника можно узнать достаточно интересные данные. Кроме того, противника полезно слушать в процессе выполнения полетов, что позволит понять момент обнаружения вашего БПЛА и угрозу включения систем враждебного радиопротиводействия.

ТАБЛИЦЫ, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ 1.7

Систематизация и обработка полученных данных позволяет анализировать обстановку в районе, дает огромное количество подсказок и формирует задачи для доразведки с помощью БПЛА. Часто данные, систематизированные с помощью таблиц, дают вполне четкие цели, не требующие подтверждения с помощью БПЛА, а подтверждающие друг друга из разных источников.

ПРИМЕР ТАБЛИЦЫ ОБРАБОТКИ РАЗВЕДДАННЫХ

№ з/п	Описание	Место, дата	Источник	Подтверждение
1	Скопление, скорее всего, базовый лагерь противника, белый ангар на насосном заводе.	Фащевка 04.04.22	Геотег соцсети	Совпадение с пунктом 2
2	Артиллерийская группа противника, белый ангар на насосном заводе	Фащевка 04.04.22	Местный житель, ФИО, название блокпоста	Совпадение с пунктом 1

В таком случае нужно просто определить прямоугольные координаты цели, установить временный период нахождения обнаруженной артгруппы в данном месте и реализовать полученную информацию, предоставив цель с координатами и описанием своей артиллерии.

РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗВЕДДАННЫХ. АРТИЛЛЕРИЯ, ПРАВИЛА ПОДАЧИ ЦЕЛЕЙ 1.8

Реализовать полученные разведданные можно двумя путями: первый - доложить о них непосредственному руководству, второй - донести их до непосредственного исполнителя, который способен обработать эти данные. Каков путь, в каких случаях использовать Вам решать. Второй путь лучше при значительных задержках во времени или при отсутствии нормальных контактов у руководства с артиллерией.

I ЧАСТЬ

Артиллерийские подразделения в этой войне, как показывает практика, являются основными силами и средствами, способными нанести огненное поражение противнику. Поэтому эффективная работа этих подразделений – это 90% успеха. До 75% потерь противнику в этой войне нанесены с помощью артиллерии. Поэтому прямой контакт с артиллерией очень важен. Артиллерия должна вам доверять. Правила подачи цели просты: извлечение из таблицы и/или снимок из БПЛА, координаты и характеристика цели. Если цель подвижна, то есть находится в указанном вами районе не все время, а иногда перемещается, необходимо указать временные ограничения. В случае объявления режима «перемирие» просите артиллерию внести вашу цель как плановую. Работа над запланированными целями осуществляется во время огня в ответ на обстрел какого-либо опорного пункта.

ТИПЫ БПЛА 2

МНОГОРОТОРНЫЕ СИСТЕМЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ, ВЫСОТЫ, СКОРОСТИ 2.1

Для простоты понимания не будем рассказывать все нюансы создания и назначения систем БПЛА, которые взяты на вооружение и эксплуатируются во всем мире. Эти данные можно легко найти в Интернете. Ограничимся вступительной лекцией, которая позволит желающим самостоятельно найти всю нужную информацию и ответы на вопросы в интернете.

МУЛЬТИКОПТЕР С ФОТОКАМЕРОЙ



Сначала рассмотрим типы БПЛА, которые с каждым днем получают все большее распространение — многороторные системы. Их называют мультикоптерами, квадракоптерами, гексакоптерами, октакоптерами и т.п., в зависимости от количества несущих винтов. Характерная особенность — многомоторная система, принцип полета — подобен вертолетному. Преимущества данной платформы – отсутствие требований к площадке для взлета и посадки, способность зависать в одном месте, простота в управлении.

Недостатки, ограничивающие применение коптеров: небольшой радиус действия, невозможность использования при сильном ветре, большая чувствительность к обледенению, необходимость установки больших аккумуляторов, чем в самолетных системах.

Работают многороторные системы, как правило, на расстоянии до 10 км (основная масса коптеров до 4 км), в тихую спокойную погоду. Рабочие высоты варьируются в пределах 250 — 800 м в зависимости от установленного оборудования наблюдения. Чрезвычайно эффективные в городской застройке - позволяют заглянуть за рельеф местности или здание. Удобны коптеры и в корректировке артиллерийского огня – в режиме зависания. Часто применяются для поиска ДРГ вблизи опорных пунктов в темное время суток при условии оборудования БПЛА тепловизором. Скоростной диапазон работы, как правило, – до 10 м/с. Небольшие коптеры в ручном режиме управления способны разогнаться до 20 м/с.

2.2 САМОЛЕТНЫЕ СИСТЕМЫ

Второй по популярности, но не по эффективности тип БПЛА — самолетный. Преимущества данной системы – большая дальность действия, большая энергоэффективность по сравнению с коптерами, меньшая зависимость от погоды. Расстояние, проходимое самолетным БПЛА простейшего класса — «поля боя», в разы превосходит рабочие дистанции коптерных систем. Недостатки самолетного БПЛА: необходимость площадки для взлета и посадки, большее время для развертывания и подготовки к вылету, более сложное управление и большая требовательность к подготовке экипажа. Применяются для аэрофотосъемки в дневное и ночное время, а при наличии необходимых навыков экипажа — для корректировки артиллерийского огня.

Существуют БПЛА, предназначенные для выполнения задач РЭР, РЭБ и обеспечения связи. Скоростной диапазон работы – от 15 до 30 м\с. Рабочие высоты - в зависимости от оборудования и размеров аппарата, но всегда превышают 300 м. Обычно это диапазон высот 300 - 2000 м. Существует несколько аэродинамических схем самолетных БПЛА. Основные аэродинамические схемы – классическая и «летающее крыло».

БПЛА "ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО"



БПЛА КЛАССИЧЕСКОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ СХЕМЫ



I ЧАСТЬ

3 БОРЬБА С БЕСПИЛОТНИКАМИ, ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ, ВЫСОТА

Часто возникают вопросы о том, как определить, работает ли сейчас над нашими позициями вражеский беспилотник, или это пролет нашего БПЛА, как отличить беспилотник от спутника, как вообще выявить БПЛА и как его сбить. Специальные средства для борьбы с беспилотниками здесь не будем рассматривать, расскажем лишь, как ответить на этот вопрос бойцам подразделений, стоящих на линии столкновения. Основное время суток, когда работают беспилотники - утро и вечер. В это время низкорасположенное солнце образует длинные тени. Хорошая погода, отсутствие сильного ветра, тумана, небольшая облачность или чистое, безоблачное небо – это благоприятные условия для применения БПЛА. Соответственно, особое внимание на небо следует обращать именно в таких условиях. В чистом небе БПЛА очень тяжело заметить. На фоне облаков его скрытность заметно падает. Как правило, сначала слышен звук работы беспилотника, а затем его обнаруживают в небе. Предугадать направления, по которым следует ожидать появления беспилотников или траекторию их полетов, очень сложно, это зависит от уровня подготовки экипажей. Из личного опыта такие предсказания делать в отношении настоящего противника бессмысленно. Поведение их БПЛА непредсказуемо и варьируется от полного соблюдения правил безопасности до их игнорирования. В темное время противник применяет беспилотники, оборудованные тепловизионными приборами. Ориентировочное время, когда их следует ожидать – вечер/закат, плюс-минус 4 часа. В ночное время суток снимающий позиции беспилотник никогда не летает с включенным светом. Чаще яркая точка в небе является спутником, и пытаться сбить его бессмысленно. Иногда применяется другая тактика: летающая группа беспилотников, среди которых один идет со светом, привлекая внимание и провоцируя обстрелы с позиций, фиксируемых соответственно другими, «темными» беспилотниками. Как правило, БПЛА этой группы летят на разных высотах и достаточно больших дистанциях, что затрудняет обнаружение. В любом случае следует объяснить, что стрельба ночью по какой-то светящейся точке — занятие достаточно бесперспективное и неоправданное. В светлое время суток при обнаружении беспилотника и принятии решения о стрельбе по нему следует понимать, что он идет с достаточно высокой скоростью, на большой высоте, что требует вносить опережение точки прицела - т.е. выносить точку прицела по курсу летящего

БПЛА на величину, зависящую от типа и высоты цели, учитывая особенности вашего оружия. Высоты и скорости описаны в предыдущем пункте.

Пример: мы видим коптер на высоте около 400 м. В руках АК-74, начальная скорость 825 м/с. Предполагаемая скорость коптера – около 10 м/с, пуле понадобится около 0,5 секунды для преодоления дистанции. Опережение соответственно – около 5 м, или 10 фигур коптера. Причем без учета ветра, который гарантированно ухудшит возможность поражения БПЛА. В принципе, этих знаний пехоте достаточно.

I ЧАСТЬ

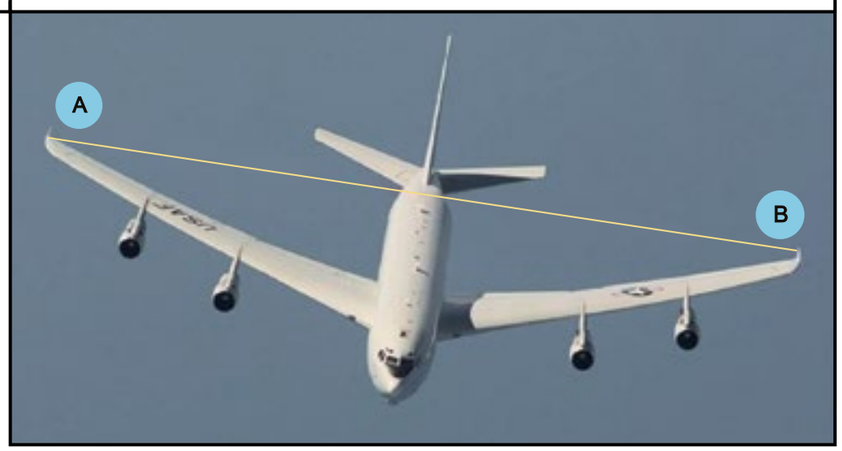
Полет аппаратов тяжелее воздуха возможен только потому, что воздух имеет массу, он имеет инертность. Воздух сопротивляется движущимся в нем предметам. Это сопротивление зависит от плотности воздуха, скорости движения предмета, его формы и размеров. Как оказалось, если придать движущемуся телу правильную форму, скажем, форму самолета, то часть силы сопротивления воздуха может быть направлена вверх, создавая подъемную силу.

4.1 ПОДЪЕМНАЯ СИЛА, КРЫЛО, ПРОФИЛЬ КРЫЛА

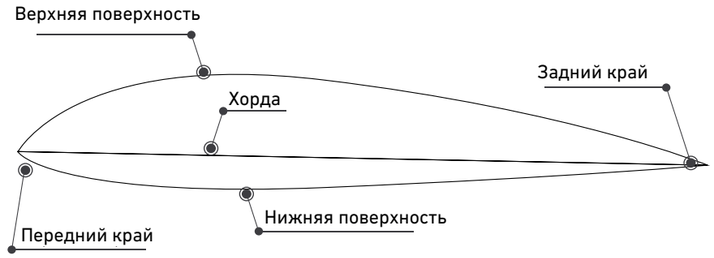
Большая часть подъемной силы самолета создается крылом. У каждого крыла есть размах, хорда, площадь и профиль. Эти главные характеристики крыла определяют его способности.

Размах крыла – это расстояние по прямой между его крайними точками, независимо от формы крыла и его стреловидной формы. Размах крыла БПЛА выбирается конструктором как компромисс. Увеличение размаха улучшает несущие свойства крыла, но снижает его прочность, усложняет маневренность такого аппарата и его транспортировку.

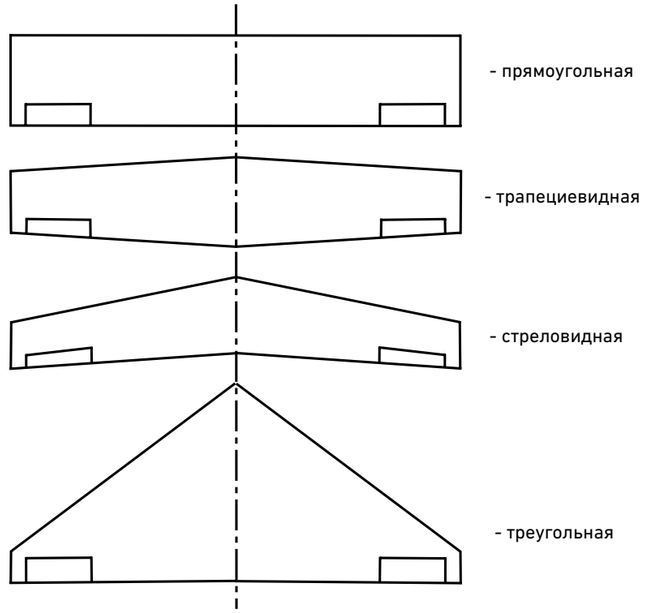
РАЗМАХ КРЫЛА



ХОРДА КРЫЛА — ЭТО ОТРЕЗОК ПРЯМОЙ, ЧТО СОЕДИНЯЕТ ПЕРЕДНЮЮ И ЗАДНЮЮ КРОМКИ ПРОФИЛЯ КРЫЛА



ФОРМЫ КРЫЛА

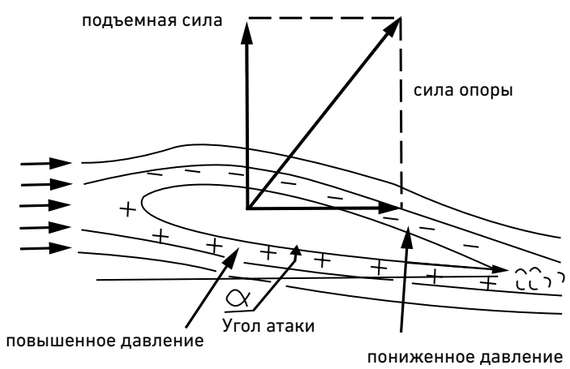


Площадь крыла ограничена контурами крыла, если смотреть сверху. Кстати, форма крыла имеет важное значение и выбирается конструктором в зависимости от назначения летательного аппарата. Наиболее распространены прямоугольные крылья и трапециевидные крылья с сужением. Сужение крыла – это отношение корневой хорды крыла (возле фюзеляжа) и конечной хорды крыла (на конце крыла). Для прямоугольного крыла его площадь равна произведению размаха крыла на его хорде.

Формула подъемной силы крыла такова, что все зависимости в ней прямые. То есть при увеличении площади крыла либо скорости движения, либо плотности воздуха несущая способность крыла увеличивается. Но есть еще немаловажная характеристика крыла, как его профиль. Профили крыльев авиамоделей, часто становящихся основой для боевых БПЛА, в некоторой степени отличаются от профилей, применяемых в «большой авиации». Такие профили требуют точного соблюдения формы, и поэтому БПЛА с жесткими стеклопластиковыми крыльями имеют лучшие лётные характеристики, чем БПЛА относительно мягких, вечно помятых пенопластов. При ремонте возможных повреждений крыльев БПЛА это следует учитывать и пытаться восстановить профиль поврежденного участка как можно точнее.

Благодаря особой форме профиля крылья воздух обтекает верхнюю часть крыла с большей скоростью, чем нижнюю, поэтому создается разность давлений.

РАЗНИЦА ДАВЛЕНИЙ



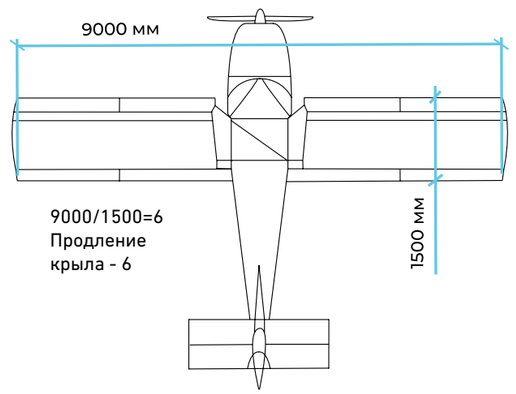
Именно эта разница давлений сверху и снизу крыла создает подъемную силу, держащую самолет в воздухе. Физический смысл этой картинки прост – разница давлений, а значит, подъемная сила зависит от скорости. Нет скорости или скорость недостаточна – самолет падает.

На сегодняшний день создано достаточно большое количество крыльевых профилей, систематизированных в специальных атласах с указанием аэродинамических характеристик и особенностей, полученных экспериментальным путем, во время продувки в аэродинамической трубе. Конструкторы при проектировании БПЛА выбирают профиль крыла в соответствии с назначением летательного аппарата. Также большое значение для параметров БПЛА имеет удлинение крыла.

УДЛИНЕНИЕ КРЫЛА 4.2

При прочих равных условиях лучшие несущие свойства имеет крыло с большим удлинением. Удлинение крыла – это отношение размаха крыла к его средней хорде.

РАСЧЕТ УДЛИНЕНИЯ



БПЛА с небольшим радиусом действия обычно имеют удлинение крыла около 10 (БПЛА «Мара», г. Харьков), а крылья БПЛА дальнего радиуса действия могут иметь удлинение до 19 (MQ-1D Predator, г. Сан-Диего). Крыло большого удлинения позволяет тратить меньше энергии на полет, а следовательно, летать дальше и дольше, то есть самолет с таким крылом обладает высоким аэродинамическим качеством.

4.3 АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО

Проще говоря, аэродинамическое качество -это расстояние, которое может пролететь летательный аппарат с некоторой высоты в штиль с выключенным двигателем (если он вообще есть). Например, на планере качество обычно около 30, а на дельтаплане — 10). То есть с высоты в 1 километр спортивный планер сможет пролететь в идеальных условиях приблизительно 30 км, а дельтаплан — 10.

РАСЧЕТ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА



Операторы БПЛА – профессионалы, они знают, что более точно аэродинамическое качество определяется как отношение подъемной силы самолета к его лобовому сопротивлению. При небрежном отношении к БПЛА его лобовое сопротивление может значительно возрасти, что означает ухудшение аэродинамического качества. Неряшливые наклейки-деколи, края развевающегося в потоке воздуха скотча, GPS-трекеры, просто примотанные лентой снаружи к самолету, сокращают путь, который может пройти БПЛА.

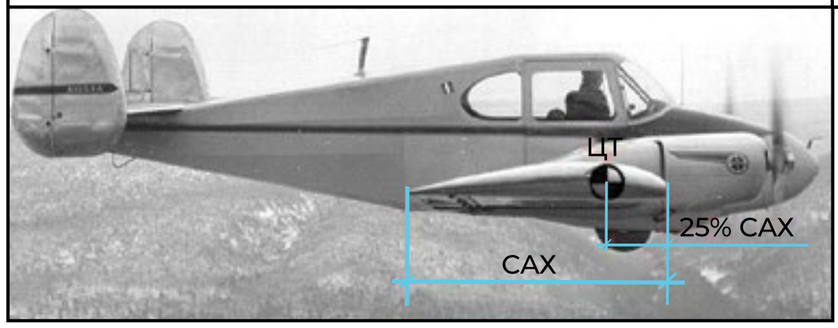
Это может привести к неприятному сюрпризу для экипажа и необходимости объяснять командованию, почему беспилотник «не дотянул» до своих позиций, а упал на занятую противником территорию.

После каждой посадки необходимо не только тщательно осматривать БПЛА на предмет возможных повреждений, но и очищать его от загрязнений. Например, при посадке в созревающую пшеницу корпус БПЛА покрывается липким соком, пыльцой и кузнечиками. Поэтому обязательно в ящике техники должен быть большой пакет влажных и сухих салфеток.

ЦЕНТРОВКА 4.4

Центровка самолета – это расположение центра тяжести самолета относительно хорды крыла. Вся нагрузка на БПЛА должна быть расположена таким образом, чтобы центровка не выходила из диапазона допустимых центровок для конкретного летательного аппарата. Диапазон центровок для самолетов классической схемы – от 25 до 35% САХ. САХ – это средняя аэродинамическая хордая крылья. Для прямоугольного крыла она и является хордой, для крыльев сложной формы ее находят расчетным путем.

СХЕМА САХ



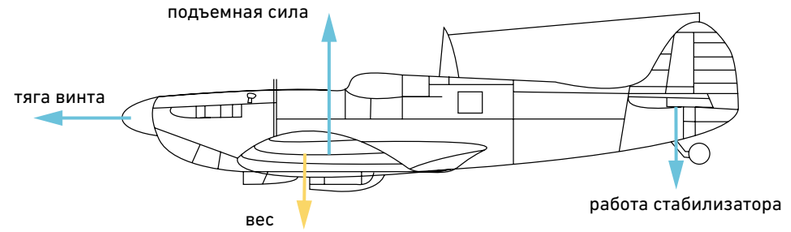
Производители БПЛА обычно для удобства экипажей указывают месторасположение центра тяжести, чаще миллиметров от передней кромки крыла, а самые продвинутые — наносят на крыло отметки диапазона центровок. Поднятый на кончиках пальцев, поставленных на отметки центровки, БПЛА должен находиться в состоянии безразличного равновесия. Проверять центровку необходимо обязательно перед каждым взлетом. Например, неточность установки аккумулятора может значительно изменить центровку. Это приведет либо к повышенным потерям энергии на стабилизацию БПЛА в полете, либо даже к немедленной аварии на взлете.

4.5 УСТОЙЧИВОСТЬ САМОЛЕТА

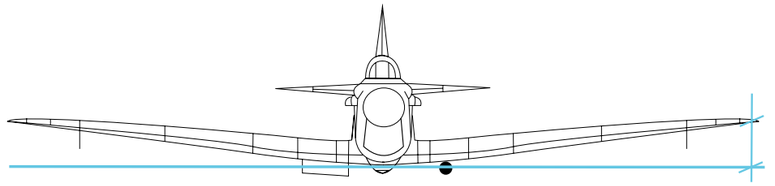
В атмосфере постоянно что-то происходит — воздушные потоки движутся по разным направлениям по горизонтали, их встречают вертикальные ветры разной силы и направленности, в результате образуются вихри, на которые влияют потоки воздуха, огибающие складки рельефа местности. Чтобы надежно пролететь через весь этот цирк, БПЛА должен обладать запасом устойчивости. Устойчивость характеризует способность БПЛА сохранять заданный режим полета без вмешательства оператора или автопилота. Когда запас устойчивости летательного аппарата недостаточен, часто приходится вмешиваться в управление. Элеронами, рулями высоты и направления компенсировать отклонение самолета, что вызывает повышенные потери энергии и сокращает дальность полета. Если запас устойчивости избыточный, то БПЛА маневрирует с затруднениями, усложняя жизнь оператора. Поэтому компромиссный запас устойчивости выбирается конструктором при разработке летательного аппарата.

Общая стойкость БПЛА состоит из продольной, поперечной и курсовой стойкости.

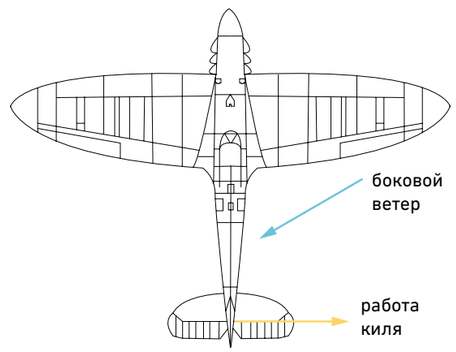
ПРОДОЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ РАБОТОЙ СТАБИЛИЗАТОРА



ПОПЕРЕЧНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ V-ОБРАЗНОСТЬЮ КРЫЛА



КУРСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ РАБОТОЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОПЕРЕНИЯ



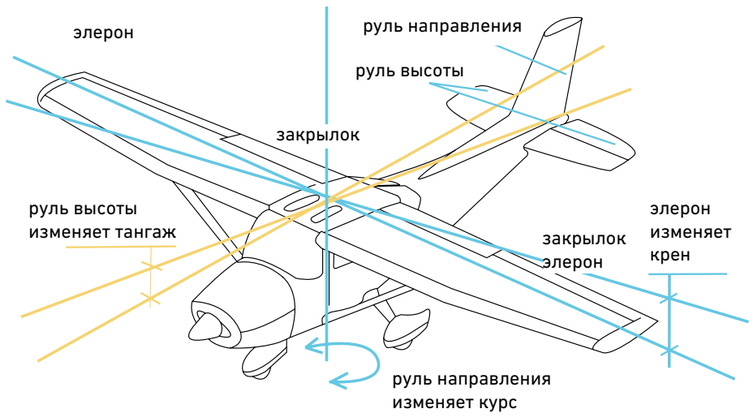
I ЧАСТЬ

Все усилия по обеспечению устойчивости летательного аппарата сводятся к сочетанию центра давления и его центра тяжести. Центр давления самолета – это точка применения суммы всех аэродинамических сил, действующих на самолет. При любом отклонении центра давления от центра притяжения самолет начинает вращаться вокруг центра притяжения, и эта особенность используется для управления летящим самолетом. Главное – переместить центр давления в нужную сторону и на нужную величину. Для этого самолет имеет управляющие поверхности: руль направления, руль высоты, элероны. При отклонении любого руля центр давления перемещается и самолет изменяет свое положение в воздухе.

4.6 АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ РУЛИ САМОЛЕТА

Кроме указанных аэродинамических управляющих поверхностей на многих БПЛА устанавливаются закрылки. Закрылки используются для уменьшения посадочной скорости летательного аппарата.

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ РУЛИ САМОЛЕТА



ТЯГОВООРУЖЕННОСТЬ 4.7

Тяговооруженность самолета — это отношение развиваемой силовой установкой тяги к весу самолета. То есть, если тяга винта равна 2 кг, взлетный вес БПЛА — 2 кг, то тяговооруженность такого самолета — 1. Современные мощные электродвигатели и аккумуляторы легко позволяют получать энерговооруженность БПЛА более 1, то есть такой самолет может взлетать вертикально, как ракета. Но применение чрезмерно мощных силовых установок на БПЛА нецелесообразно прежде всего с экономической точки зрения. Каждый грамм тяги воздушного винта стоит денег.

ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ 4.8

Воздушный винт создает тягу по принципу, что и крыло — подъемную силу. Профиль лопасти винта похож на профиль крыла, а величина винтовой тяги зависит от диаметра винта, шага, скорости вращения и плотности воздуха.

Профили лопастей винтов зависят от двигателя. Винты для ДВС толще, потому что они испытывают значительные ударные нагрузки. Для одно-, двухцилиндровых двигателей внутреннего сгорания характерна большая неравномерность вращения. Поэтому ДВЗные винты чаще всего деревянные — дерево не подвержено утомительным разрушениям. Тонкие профили винтов для электродвигателей позволяют более эффективно реализовать возможности электропривода: плавность хода, высокую скорость вращения, высокую мощность. Применение складных пластиковых винтов позволяет значительно снизить сопротивление полета при остановленном двигателе.

И деревянные, и пластиковые винты одинаково опасны для неаккуратных операторов и наносят тяжелые ранения. Лопасти складного винта становятся в рабочее положение под действием центробежной силы, а складываются нажимом встречного потока воздуха.

I ЧАСТЬ

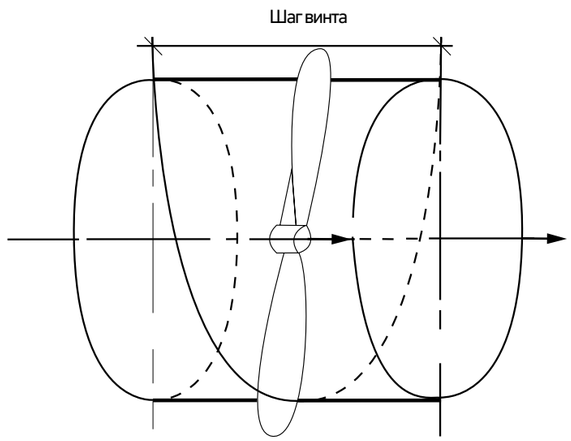
ЛОПАСТИ СКЛАДНОГО ВИНТА



Диаметр воздушного винта – это диаметр окружности, образующейся при вращении. Винты большего диаметра меньше шумят, снижая заметность БПЛА.

Шаг винта – это путь вдоль оси вращения, который винт прошел за один оборот, если бы его вкручивали в твердую среду.

ШАГ ВИНТА



Максимальная частота вращения воздушного винта должна быть такой, чтобы скорость кончиков лопастей не превышала 280 м/сек. На большей скорости начинаются отрицательные явления, вызванные приближением скорости конца лопасти к скорости звука, что приводит к резкому падению КПД винта.

Изменение плотности воздуха, связанное с изменением погоды и сезона, может достигать 20%. То есть тяга винта в неблагоприятных условиях может значительно снижаться. Это следует учитывать, особенно на взлете БПЛА. Некоторые производители рекомендуют сезонную смену воздушных винтов – зима-лето.

СХЕМЫ КОМПОНОВКИ ЛА, ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ КАЖДОЙ СХЕМЫ 4.9

Из всего разнообразия аэродинамических схем есть несколько основных, наиболее популярных для БПЛА: классическая схема с тянущим винтом, классическая схема с толкающим винтом, летающее крыло с толкающим винтом, летающее крыло с тянущим винтом.

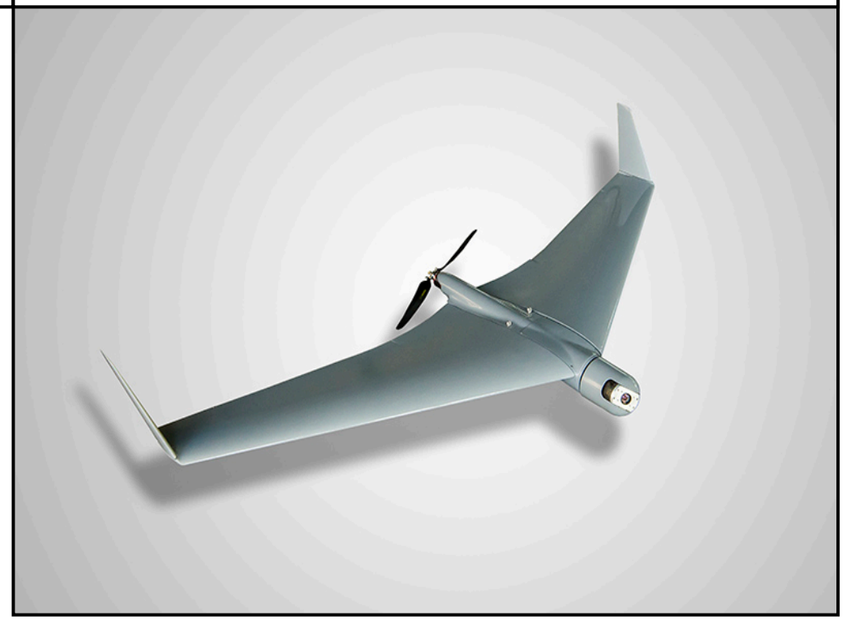
КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМА С ТЯНУЩИМ ВИНТОМ



КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМА С ТЯНУЩИМ ВИНТОМ



ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО С ТОЛКАЮЩИМ ВИНТОМ



ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО С ТЯНУЩИМ ВИНТОМ



ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СХЕМА ЛА 4.10

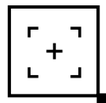
Летающие крылья по сравнению с классической схемой более технологичны, проще транспортируются, меньше подвержены повреждениям при неаккуратных посадках. Но экономия на фюзеляже и хвостовом оперении приводит к тому, что летающие крылья менее стабильны по тангажу и курсу — сказывается малое плечо управляющих поверхностей по центру тяжести летательного аппарата. Летающее крыло на старте не удастся метнуть, как БПЛА классической схемы, поэтому для надежного старта требуется более мощный мотор.

БПЛА классической схемы, хоть и требуют большей аккуратности при транспортировке, но демонстрируют лучшие полетные качества и стабильность в полете – это важно для нормальной работы оптики. Тянущий винт имеет больше преимуществ, чем толкательный — он не находится в аэродинамической тени, как толкающий, и создает дополнительное обдувание крыла, улучшая несущие свойства и стойкость.

I ЧАСТЬ

5 ИТОГИ

Изложенный в этом курсе минимум знаний по аэродинамике — лишь основа, на которой оператор БПЛА должен самостоятельно строить свою систему понимания происходящих с аппаратом в полете процессов. Больше знаний — хороших и разных! Это позволит опытном оператору с высокой достоверностью прогнозировать возможность успешного совершения полета, правильно спланировав его и выбрав время и условия вылета.



РАДИО, ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ РЭБ,
РАДИОБЕЗОПАСНОСТЬ, МЕТЕО- И АЭРОЛОГИЯ

ЧАСТЬ II

II ЧАСТЬ

Связь с наземной станции с беспилотником осуществляется с помощью радио, поэтому следует рассмотреть физику процесса более подробно, но не прибегая к высоким материям.

1.1 ПРИЕМНЫЕ И ПЕРЕДАТОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА НА БОРТУ БПЛА

Рассмотрим радиопередаточные системы, установленные на БПЛА.

МОДУЛЬ GPS-НАВИГАЦИИ



По существу, модуль является приемником GPS-сигнала с калькулятором, устанавливается подальше от оборудования, создающего электромагнитные помехи. Модуль необходим для ориентировки в пространстве, для определения расположения БПЛА. В мире существует несколько систем спутниковой навигации, а именно: американская – GPS, европейская – Galileo, российская – ГЛОНАСС, китайская – Бейдоу. Разницы для пользователя практически никакой. Все, что необходимо знать о GPS в ключе навигации, – чем больше спутников он видит, тем точнее подсчитывает свою позицию. Есть приемники, работающие с одной или несколькими системами, описанными выше. Приемники, работающие с несколькими системами, видят большее количество спутников и менее склонны к GPS-спуфингу – методу РЭБ. При спуфинге станция РЭБ глушит сигналы спутников и заменяет их своими – фальшивыми.

РАДИО 1

МОДЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ



Модем телеметрии – приемное устройство, предназначенное для обмена информацией между наземной станцией и БПЛА. От наземной станции он посылает команды к исполнению, от БПЛА — принимает на наземную станцию информацию, получаемую из датчиков (например, скорость, потребление тока, напряжение, положение в пространстве. Обычно является основным каналом управления БПЛА).

ВИДЕОПЕРЕДАТЧИК



Видеопередатчик — это устройство, которое передает на наземную станцию изображение камеры БПЛА. Является самым заметным устройством на борту БПЛА, поэтому без необходимости включать его не стоит (это касается только тех БПЛА, которые хранят фотографии на борту), соблюдая режим радиомолчания. Такой режим уменьшает возможность применения противником средств РЭБ.

ПРИЕМНИК АППАРАТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ

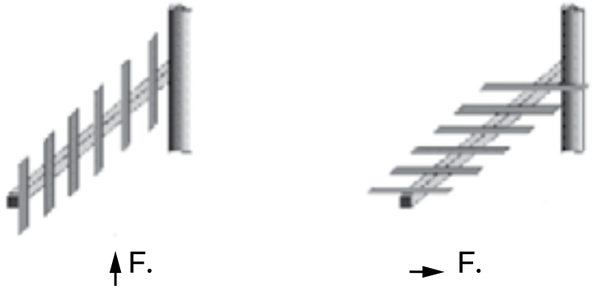


Это устройство предназначено для связи БПЛА с пультом управления, как правило, этот канал имеет небольшую дальность – до 2 км и используется только для выполнения взлета и посадки. Есть БПЛА с таким каналом дальнего действия (аппаратура Dragon Link).

Иногда БПЛА оснащают системой GPS-трекинга для поиска потерявшихся бортов. На самом деле, эта система является гибридом мобильного телефона и GPS-модуля. GPS-трекер сообщает свои координаты СМС по запросу с мобильного телефона.

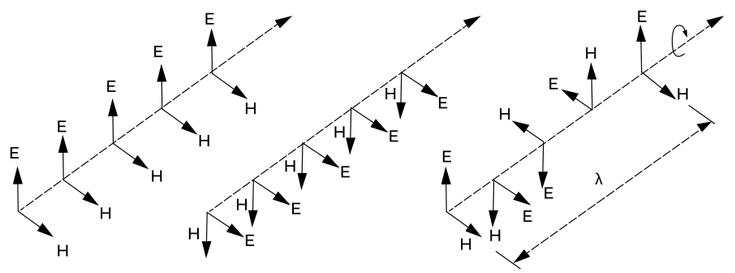
II ЧАСТЬ

1.2 ПОЛЯРИЗАЦІЯ



Поляризация – это направленность вектора электрической составляющей электромагнитной волны в пространстве. Различают вертикальную, горизонтальную и круговую поляризацию.

НАПРАВЛЕНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ



А теперь то же самое, но проще. У радиоволн есть свойство, которое называется поляризация, и зависит оно от антенны, которая ее дает. То есть вертикально расположенная антенна даст вертикальную поляризацию

сигнала, а горизонтальная – горизонтальную. Для обеспечения устойчивой связи необходимо, чтобы приемная и передающая антенна были установлены в одной плоскости. На небольших дистанциях этот эффект не заметен, но только с ростом дальности интенсивность излучения падает, качество связи стремительно ухудшается.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЧАСТОТЫ ТЕЛЕМЕТРИИ, ВИДЕО, GPS 1.3

БПЛА, используемые на сегодняшний день, состоят из стандартных модулей, работающих на стандартных частотах.

Телеметрия чаще всего работает на частотах 433 МГц, реже 915 МГц, еще реже 865. Есть модули телеметрии, работающие на частотах 2.4 и 5.8 ГГц.

Видеопередатчик, как правило, работает в диапазонах 1.2 ГГц, 5.8 ГГц, реже 2.4 ГГц. Иногда модем телеметрии и видеопередачи объединяют в одно устройство, работающее на высоких частотах (2.4 и 5.8 ГГц).

Пульт управления – 2.4 ГГц, 433 МГц.

GPS (все системы) работают на частотах 1.1 – 1.6 ГГц.

ПОМЕХИ, АНОМАЛИИ 1.4

Распространение радиосигнала сильно зависит от помех. Помехами считаются природные и искусственные барьеры, а также всевозможные электромагнитные поля и излучения, влияющие на прохождение сигнала от передатчика к приемнику. Любой объект между антенной наземной станции и БПЛА является помехой. От материала объекта и его размера зависит уровень воздействия радиосигнала. Дерево влияет слабо, кирпич сильнее, металл и железобетон – совершенно непроницаемы для радиосигнала.

II ЧАСТЬ

Мачты электроопор и даже сетка-рабица могут внезапно неприятно удивить экипаж БПЛА. Также на сигнал влияет радиообстановка в районе полетов (т.е. интенсивность использования эфира на близких частотах) и возможные помехи, создаваемые на борту, например, от сервомоторов, управляющих БПЛА. Кроме того, огромное влияние оказывают природные или искусственные аномалии — терриконы или отвалы с высоким содержанием металлических примесей. Неоднократно замечалось это влияние, объяснить его природу довольно сложно, предсказать аномалию тоже непросто, обычно подтверждалось экспериментальным путем, и принималось во внимание при планировании последующих полетов.

1.5 ВЛАЖНОСТЬ

Также большое влияние на распространение сигнала оказывает влажность воздуха. Чем выше влажность, тем хуже качество связи, соответственно меньше радиус действия комплекса. Плюс к этому необходимо учитывать, что с изменением влажности помехи, ранее не влиявшие на дальность, изменяют свои свойства. К примеру, невысокая «зеленка», которая не создавала проблем в сухую погоду, после дождя становится серьезным препятствием для прохождения радиосигнала.

1.6 ЛЕС, ПРАВИЛА СВЯЗИ В ЛЕСУ

Лес, по сути, препятствует радиоволнам уже сам по себе. В разных условиях влажности и температуры лесной массив может как поглощать радиоволны, так и отражать их. Условия распространения радиоволн неоднородны.

Поэтому следует избегать размещения наземной станции даже на опушке. Или быть готовым к тому, что качество и дальность связи будут значительно отличаться от привычных. В идеале наземная станция должна быть расположена таким образом, чтобы лес, лесополосы или даже кустарники не являлись препятствием на пути прохождения радиоволн.

ОТРАЖЕННЫЙ СИГНАЛ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ПОМЕХ, БЕТОНА, МЕТАЛЛА, УСИЛЕНИЕ СИГНАЛА 1.7

Зная особенности распространения радиоволн, можно использовать помехи в качестве отражателя сигнала, тем самым увеличивая дальность. Экспериментально подмечено, что вода (озеро, река), находящаяся между БПЛА и наземной станцией при низкой влажности воздуха, отражает радиоволны, тем самым увеличивая рабочую дальность БПЛА. Однако при высокой влажности или тумане над водой эффект оказывается обратным и гораздо более сильным. Также иногда бывает эффективно позади антенного комплекса наземной станции разместить лист металла (кусок профнастила, кровельного железа) или саму наземную станцию ставить на фоне металлического препятствия, используя отраженный от экрана сигнал. Иногда в качестве экрана приходилось использовать свою пластину бронежилета. Экипажу беспилотника необходимо учитывать и максимально использовать в своих интересах эффекты, которые препятствуют распространению радиосигнала.

АНТЕННЫ 1.8

В станциях БПЛА чаще всего используют четыре типа антенн: штыревой, волновой канал, патч и клевер.

ШТЫРЕВАЯ АНТЕННА



II ЧАСТЬ

ВОЛНОВОЙ КАНАЛ



ПАТЧ

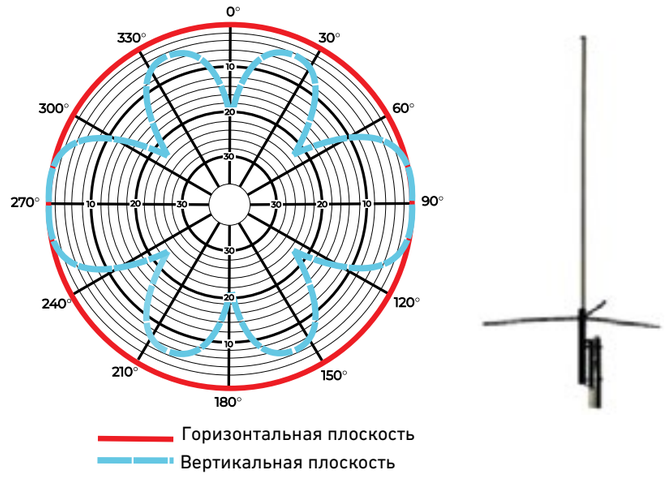


КЛЕВЕР

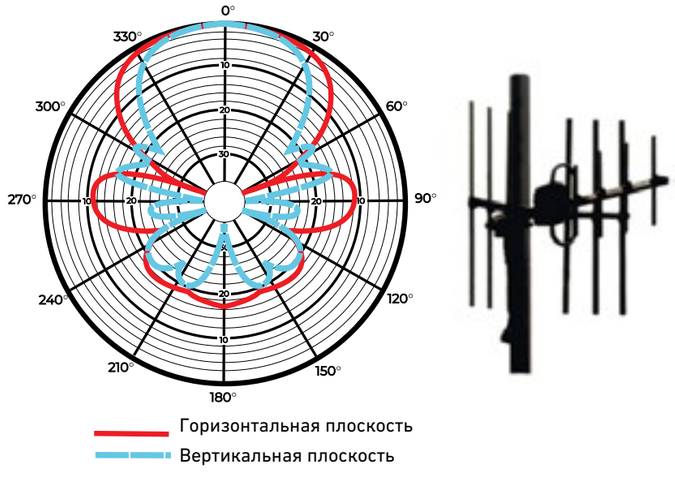


Есть некоторые другие типы и схемы, но по принципу работы они аналогичны. Штырь и клевер излучают во все стороны одинаково.

ШТЫРЬ И КЛЕВЕР - ВСЕНАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ



ВОЛНОВОЙ КАНАЛ И ПАТЧ ИМЕЮТ СЛОЖНУЮ ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ



За счет того, что направленные антенны излучают не во все стороны, а формируют их в узкий пучок в соответствии со своей диаграммой, они обеспечивают гораздо большую дальность связи.

1.9 РАЗНИЦА В ДАЛЬНОСТИ СВЯЗИ НА ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ И НАПРАВЛЕННЫХ АНТЕННАХ

Направленность антенны — относительная величина, показывающая, насколько коэффициент усиления антенны в одном направлении больше, чем в другом. Направленность антенны отражается на специальном графике, который называется диаграммой направленности. Направленность в основном зависит от конструкции антенны. За счет того, что направленные антенны излучают радиоволны в пределах своей диаграммы направленности, дальность и качество связи такой антенны выше, чем во всенаправленной. И чем больше лепесток диаграммы направленности, тем выше дальность действия антенны. Формулы расчета дальности и коэффициентов по желанию можно найти в Интернете.

ЗАВИСИМОСТЬ ДАЛЬНОСТИ ОТ МОЩНОСТИ, ЧАСТОТЫ И АНТЕННЫ 1.10

Дальность связи определяется многими факторами, но, прежде всего, зависит от частоты радиосигнала, поскольку с изменением частоты изменяются условия распространения радиосигнала. Соответственно, чем выше частота, тем меньше дальность связи. Поэтому наиболее низкочастотный канал, обеспечивающий максимальную дальность связи при прочих равных, отдается под телеметрию. Без видео БПЛА вполне успешно летает, без телеметрии это тяжело. Дальность связи также зависит от мощности передатчика и чувствительности приемника. Однако при детальном рассмотрении эта зависимость менее существенна. В диапазонах радиоволн, в которых работает радиооборудование БПЛА, сигнал распространяется прямолинейно вплоть до границы радиовидимости, по которой он резко гаснет.

Поэтому если мощности передатчика достаточно для обеспечения связи на обслуживаемой территории,ограниченной расстоянием радиовидимости, то дальнейшее увеличение мощности передатчика нецелесообразно, поскольку практически не приведет к расширению зоны связи.

Улучшение чувствительности приемника тоже всегда приводит к увеличению дальности связи. Прием сигнала всегда производится на фоне шумов или помех. Если чувствительность ограничена шумами, возникающими в самом приемнике, то, используя приемник с лучшей чувствительностью, возможно увеличение дальности связи. Однако, если прием сигнала осуществляется на фоне внешних шумов или помех, улучшение чувствительности приемника не даст никакого эффекта, так как чувствительность будет ограничена внешними шумами.

Таким образом, при повышении мощности сигнала и улучшении чувствительности приемника возможно увеличение дальности связи, но при соблюдении определенных условий. Применение эффективных направленных антенн является одним из способов увеличения дальности связи. Используя антенны с большим коэффициентом усиления и снижение кабеля с малыми потерями, можно повысить уровень сигнала на входе приемника без увеличения мощности передатчика. Поэтому дальность связи зависит от многих факторов, оказывающих на первый взгляд неочевидное влияние на дальность.

II ЧАСТЬ

1.11 РАДИОГОРИЗОНТ

В диапазоне радиочастот устройств, установленных на борту БПЛА, поведение радиоволн приближается к поведению светового луча, и радиовидимость приближается к оптической с ростом частоты. Очевидно, что с высотой увеличивается расстояние оптической видимости и увеличивается расстояние радиовидимости. Ниже приведена табличка оптического расстояния до горизонта, что полностью соответствует нашему радиогоризонту.

ОПТИЧЕСКОЕ РАССТОЯНИЕ ДО ГОРИЗОНТА

Высота над поверхностью земли, **h**	Расстояние до горизонта, **d**
1,75 м	4,7 км
25 м	17,9 км
50 м	25,3 км
150	43,8 км

Исходя из данных о частотах, изложенных в пп. 2.5, 2.12 и таблицы по п. 213 можно констатировать, что устойчивый сигнал между наземной станцией и БПЛА возможен только при прямой видимости.

1.12 ВЫБОР ПЛОЩАДКИ

Исходя из информации, описанной в разделе 1, экипаж БПЛА должен понимать, что площадка для размещения наземной станции должна обеспечивать максимально возможный радиогоризонт без видимых помех и аномалий. Желательно и очень приветствуется не только из-за увеличения радиогоризонта расположение на высоте. Место взлета БПЛА не обязательно должно быть возле наземной станции и не обязательно доворачивать антенны на место взлета БПЛА, на небольших дистанциях можно обеспечить связь на боковом или обратном лепестке диаграммы. Главное требование – чтобы БПЛА постоянно находился в основном лепестке диаграммы направленности антенны в процессе выполнения миссии.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ РЭБ 2

РЭБ является вторым по значимости противником для БПЛА после несуразности самого экипажа, поэтому обойти эту тему решительно невозможно. В действительности РЭБ – это влияние радиопомехами (радиоизлучением) на средства систем управления и связи, а также изменение условий среды, влияющей на распространение радиоволн. Средства воздействия бывают активными, то есть генерирующими помехи, и пассивными, то есть отражающими радиосигнал. Также есть средства электромагнитного поражения, работающие по принципу магнетрона, то есть генерации индукционных токов в цепях электротехнических устройств подвергаемого облучению объекта. Бандеровцы утверждают, что подобных серийных средств поражения на вооружении армии РФ нет. Далее рассмотрим доступные и используемые в ходе СВО средства.

ГЛУШЕНИЕ СИГНАЛА 2.1

Самым распространенным и доступным способом является глушение сигнала. Сущность процесса состоит в том, что на частоте работающего оборудования, которое необходимо заглушить, подается более сильный шумовой сигнал, забивающий полезный информационный сигнал. Возможные варианты глушения — влияние на систему телеметрии, что приводит к помехам в работе или даже прерыванию канала управления БПЛА, воздействие на видеопередатчик, мешающий трансляции видеоизображения с борта БПЛА на наземную станцию или глушение сигнала GPS, что приводит к дезориентации БПЛА. Возможны комплексные виды воздействия, то есть комбинация сразу нескольких частот воздействия. Например, одновременное глушение канала телеметрии и сигнала GPS приводит к прерыванию связи с БПЛА и его дезориентации в пространстве, что при отсутствии других систем навигации обычно приводит к потере аппарата. Глушение канала видеопередачи обычно безвредно и может помешать разве что корректировке артиллерийского огня. Активных способов противодействия таким помехам не существует, есть только рекомендации, как усилить сигнал своей наземной станции, как выходить из зоны воздействия средств РЭС и как уменьшить свою радиозаметность.

II ЧАСТЬ

2.2 GPS-СПУФИНГ

Спуфинг - это подмена сигнала GPS, транслируемого спутниками, другим, более сильным сигналом, транслируемым с наземной станции. Сигнал от наземной станции спуфинга вносит корректуру в определение приемником собственного расположения, что приводит к нарушению ориентировки. Проще говоря, наземная станция спуфинга заменяет сигнал спутника и дает БПЛА неверные данные о местонахождении. Существующие в армии РФ технологии и соответствующее оборудование позволяют таким образом отводить БПЛА на собственную территорию. Противодействовать этому экипаж может, если вовремя заметит замену, отводя БПЛА домой по магнитному компасу и наземным ориентирам. Также дает эффект установка более совершенных GPS-приемников, которые видят спутники нескольких систем навигации сразу, тем самым нивелируя эффект от действия подмененного сигнала. Может оказаться эффективным некоторое снижение высоты БПЛА, чтобы укрыться от станции РЭБ за рельефом местности в радиотени.

2.3 ПОДМЕНА КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ/ТЕЛЕМЕТРИИ

Третий способ радиоэлектронного противодействия – это перехват канала управления или телеметрии. Станция радиоэлектронного противодействия замечает сигнал с пульта или с модема, считывает ключ, определяет протокол управления и своим сигналом с тем же ключом, на той же частоте перехватывает управление на себя. В случае такого противодействия победит тот, чей сигнал от аппаратуры управления будет сильнее. В качестве противодействия разработчиками БПЛА применяются всевозможные способы кодирования управляющего сигнала.

РАДИОБЕЗОПАСНОСТЬ 3

Кроме средств радиоэлектронной борьбы на вооружении армии РФ есть средства радиоэлектронной разведки, которые находят радиоизлучение, пеленгуют место его нахождения и определяют вид оборудования с точностью вплоть до каждого конкретного устройства индивидуально благодаря неповторимой сигнатуре передатчика (схожесть с отпечатками пальцев). Поэтому нужно знать правила безопасности, стараться максимально их соблюдать.

ОБМАНКИ 3.1

Одним из устройств, повышающих радиобезопасность и затрудняющих определение местоположения работающей наземной станции БПЛА, является генератор ошибочного сигнала, по сути, «передатчик-обманка», имитирующий работу пульта управления БПЛА. Благодаря использованию нескольких обманок, можно существенно усложнить определение противником места, откуда действительно работает экипаж БПЛА, тем самым повысив свои шансы на выживание. В качестве обманки можно использовать обычный пульт от неисправного или потерянного БПЛА. Рекомендуется устанавливать такую обманку на месте, откуда она будет работать достаточно эффективно (высокое одинокое дерево, крыша дома и т.п.).

ОГРАНИЧЕНИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИООБОРУДОВАНИЯ 3.2

Также не стоит забывать – чем меньше экипаж использует источники радиоизлучения, тем сложнее противнику запеленговать место, откуда он работает. То есть не стоит без необходимости вести радиопереговоры, не стоит без необходимости держать включенным пульт управления или модем наземной станции. Если есть необходимость включения этих радиоустройств для настройки работы комплекса БПЛА, то размещать их нужно так, чтобы они не «светили» в сторону противника — за надежно экранирующими радиосигнал преградами.

II ЧАСТЬ

Также следует помнить правила использования мобильных телефонов. Группа источников сигнала мобильной связи в несвойственном месте, где обычно никого нет, вызывает подозрение. Кроме того, не стоит крутить направленную антенну в разные стороны без надобности. Антенной в процессе полета сопровождаем сам БПЛА и ничего больше.

3.3 ОГРАНИЧЕНИЯ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЛОЩАДОК

Следует также помнить, что подразделения радиоэлектронной разведки противника должны вести карту обнаруженных источников радиосигнала. Поэтому не стоит постоянно летать с одной и той же площадки. Надо использовать несколько разных площадок для полетов в тот же сектор и использовать их несистематично. Также не в концепции радиобезопасности, а с точки зрения безопасности вообще не следует задолго до начала работы предупреждать подразделения у площадок о намерении использовать БПЛА в этом районе. Достаточно предупредить их об этом непосредственно перед самым выходом на площадку, для минимизации последствий от утечки информации о вашей работе, возможно даже неумышленной утечки.

МЕТЕО- И АЭРОЛОГИЯ 4

Воздух является средой, в которой перемещается БПЛА, поэтому условиям, процессам в воздухе и погоде следует уделить отдельную тему.

ПОГОДА, ВОЗДУШНЫЕ МАССЫ 4.1

Погодой называют совокупность давления, температуры и влажности воздуха, силы и направления ветра, облачности, атмосферных осадков, дальности видимости, атмосферных явлений (туманов, вьюг, гроз) и других метеорологических элементов.

Погода постоянно меняется, причем эти изменения могут быть заметны в достаточно коротком промежутке времени. Изменения погоды бывают периодические и непериодические. Периодические изменения погоды связаны с вращением Земли вокруг своей оси (суточные изменения) и с вращением Земли вокруг солнца (годовые изменения). Непериодические конфигурации соединены с движением воздушных масс. Движение воздушных масс вызвано неравномерным прогреванием земной поверхности вследствие разного угла падения солнечных лучей. У экватора наземный воздушный слой прогревается гораздо лучше, чем на полюсах, что вызывает течение воздушных потоков по всему земному шару. При переносе воздушных масс из одних районов Земли в другие переносятся и характеристики погоды. Поэтому северный ветер приносит в наши края холодную погоду, а южный – теплую. Кроме этого, для каждого региона есть типичная погода, свойственная только этому региону. Например, для Киева и окрестностей типичное и частое направление ветра — западное. Для Луганска – восточный. Поэтому восточный ветер в Киевском регионе говорит о скором изменении погоды, а в Луганске — наоборот.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕТРА 4.2

Ветер возникает вследствие неравномерного распределения атмосферного давления и направлен от зон с высоким давлением к зонам с низким давлением.

II ЧАСТЬ

В результате непрерывного изменения давления направление и скорость ветра постоянно меняется. С увеличением высоты ветер усиливается из-за уменьшения силы трения на поверхности Земли.

4.3 ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТНОГО ВЕТРА, ТЕРМИКИ

Земная поверхность неоднородна по своему цвету, рельефу и влажности. Поэтому под действием солнечных лучей она прогревается неравномерно. Более темные и сухие поверхности прогреваются значительно быстрее, чем светлые и влажные, отдавая гораздо больше тепла воздуху. Также на прогрев значительно влияют склоны и возвышенности, например, южный склон теплее северного, а восточный склон прогревается раньше западного. Все эти факторы создают предпосылки для возникновения термической активности воздуха. Теплый, прогретый воздух устремляется вверх (возникают восходящие термические потоки, или термики), а на его место подтягивается воздух из более холодных зон (возникает термический, или местный ветер). Так возникают усиление или ,наоборот, стихание ветра в наземном слое при наличии фонового ветра. При отсутствии фонового ветра местный ветер дует разнонаправленно и регулярно (в середине дня полного штиля нет практически никогда).

4.4 ОБЛАКА, ТОЧКА РОСЫ, ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАДИЕНТ

При увеличении высоты температура воздуха уменьшается. В среднем на каждые 100 м высота падения температуры составляет 0.75 ˚С. Речь идет о сухом адиабатическом снижении температуры поднимающегося воздуха. В облаке происходит влажное адиабатическое охлаждение и составляет примерно 0.65 ˚С на 100 м высоты. Реальные значения изменения температур могут существенно отличаться как в большей, так и меньшей стороне. Это может быть вызвано влажностью или сильной турбулентностью.

РАСЧЕТ НИЖНЕГО КРАЯ ОБЛАКА 4.5

Один из способов расчета нижнего края облаков – по влажности воздуха согласно таблице.

Влажность меряем гигрометром или метеостанцией (можно спросить у снайперов или артиллерии).

ТАБЛИЦА ДЛЯ РАСЧЕТА НИЖНЕГО КРАЯ ОБЛАКА

Относительная влажность воздуха (%)	Высота края облаков (м)
20	3400
30	2600
40	2000
50	1500
60	1100
70	800
80	500

Второй способ расчета – с помощью формулы Хеннигша. Определяем разницу между температурой воздуха и температурой точки росы. (Температуру точки росы берем из интернета, она есть в прогнозе погоды для своей местности).

Получившуюся разницу умножаем на 125. Получаем высоту нижнего края точнее, чем в таблице. Но нужно помнить, что в течение дня высота нижнего края увеличивается.

4.6 РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ОЛЕДЕНЕНИЯ

Экипажу беспилотника следует помнить, что с 10 сентября по 20 мая существует вероятность оледенения БПЛА в воздухе. Чтобы понимать свои шансы на успешное выполнение миссии, необходимо знать температуру воздуха у земли (термометр), температуру точки росы (интернет-прогноз), рабочую высоту предполагаемого полета БПЛА и скорость полета. Сначала считаем коэффициенты изменения температуры от высоты работы аппарата и скорости.

$$T_{зем} - (0.01H_{бпла} + V_{бпла}/3) > T_{рос}$$

При увеличении высоты на каждые 100 м температура окружающего воздуха уменьшается на 0.75 ˚С (см. п. 5.4). Упрощенно принимаем изменение температуры 1С на 100 метров. То есть, если рабочая высота БПЛА у нас 400 м, то температура воздуха там будет на 4 градуса ниже, чем у земли. Далее, каждые 3 м/сек горизонтальной скорости БПЛА считаем минус 1 ˚С. К примеру, при рабочей скорости БПЛА 20 м/с коэффициент будет составлять 7 ˚С. Составляем эти значения и получаем, что суммарный температурный коэффициент у нас составляет 7 + 4 = 11 ˚С. Теперь от температуры на поверхности земли вычитаем это значение и получаем температуру БПЛА при полете на рабочей высоте. Эта температура должна быть выше температуры точки росы. Если она равна или ниже, то существует огромная вероятность потери аппарата в результате оледенения.

Математическая формула, составленная по всем правилам, несколько отличается от нашей, расчет упрощен умышленно, для облегчения восприятия.

4.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ К ОСЛАБЛЕНИЮ ИЛИ УСИЛЕНИЮ ВЕТРА

Экипаж должен уметь понимать дальнейшее развитие погоды хотя бы в пределах нескольких часов. Если с дождем и грозой все более или менее

понятно, то с ветром — не очень. Для упрощения понимания происходящего призываем на помощь статистику. Статистика обычно усредняет некоторые собранные данные. Поэтому берём часы с секундомером, лист бумаги и начинаем собирать данные. Пошло усиление ветра, заметили начало и конец усиления данные записали. Время между усилиями тоже замечаем и записываем. Таким образом, считаем 5–6 циклов усиления/затихания. Полученные данные усредняем, то есть выбираем средне-типичную продолжительность цикла (или составляем время во время усиления и время между усилением ветра и делим на количество циклов, кому как нравится). Делаем паузу на 15–20 мин. Повторяем сбор информации и усреднение. Полученные результаты сравниваем. Также необходимо понимать, что в течение дня ветер чуть-чуть поворачивает за солнцем. То есть при восточном ветре во второй половине дня будет немного тише дуть, чем в первой. Также при стабильной погоде утром и вечером ветер очень слаб или его нет вообще.

ПРИЗНАКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОГОДЫ 4.8

Самый правильный признак изменения погоды для неопытного экипажа – интернет. Существует множество народных примет, связанных с погодой, не будем их здесь упоминать и перечислять. Также не будем перечислять и способы определения погоды за облаками. Единственное, что должно помнить и за чем наблюдать экипаж, - любое нехарактерное поведение ветра ведет к изменению погоды (дул всю ночь, дует рано утром или поздно вечером, меняет направление на противоположную сторону от солнца в течение дня и т.д.).

АТМОСФЕРНЫЕ ФРОНТЫ 4.9

Простыми словами, атмосферный фронт – это поверхность раздела между двумя типами погоды. При сближении и столкновении масс холодного и теплого воздуха между ними возникает наклонная поверхность раздела, обычно заметная по характерным облакам. Прохождение атмосферного фронта всегда сопровождается изменением погоды.

II ЧАСТЬ

4.10 АЭРОЛОГИЯ РЕЛЬЕФА, ОБРАЗОВАНИЕ РОТОРОВ

То, что происходит в воздухе, проще всего описывать на примере воды, поскольку вода и воздух имеют во многом подобное поведение. Воздух и вода также ведут себя при обтекании препятствия. На примере ручья, в котором лежат камни, очень легко увидеть, где вода поднимается, где закручивается, где возникает турбулентность и как выглядит ротор. Так же ситуация и в воздухе, когда ветер наталкивается на препятствия.

Итак, наветренная сторона – сторона препятствия, на которую дует ветер.

Подветренный ротор – завихрение воздуха за препятствием по направлению ветра. Поэтому за всеми препятствиями, возникающими по дороге ветра, находится подветренный ротор. И чем сильнее дует ветер, тем сильнее и больше будет ротор за препятствием. Есть научные формулы расчета размеров ротора, Экипажу БПЛА их знать необязательно, но следует понимать, что длина ротора по препятствию пропорциональна квадрату высоты помехи. То есть к лесополосе высотой 5 м точно не стоит приближаться на расстояние 25 м с подветренной стороны. При приземлении однозначно лучше садиться с ветряной стороны от препятствия, то есть перед лесополосой, а не за ней (по ветру).

ПОДГОТОВКА К ПОЛЕТАМ, ТАКТИКА ПОЛЕТОВ,
ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ, ПРАВИЛА ПОИСКА ЦЕЛЕЙ

ЧАСТЬ III

III ЧАСТЬ

Для организации работы экипажа БПЛА нужно понимать несколько вещей.

Во-первых: БПЛА сам по себе не является оружием или универсальным лекарством от всех бед. БПЛА без правильно поставленной работы и подготовленного экипажа будет просто очень дорогой игрушкой.

Во-вторых: экипаж БПЛА, который не загружен своей работой, будет загружен другой, общественно-полезной работой, или просто назначен в наряд, после чего на эффективной и системной работе этого инструмента можно будет ставить крест.

Поэтому экипаж БПЛА должен работать в своем направлении постоянно: нет боевых задач, значит, выполняем учебные полеты. Плохая погода — проводим занятия по топографии или радиоделу.

В-третьих: мотивация, а именно самомотивация экипажа БПЛА является неотъемлемой частью успешной и системной работы по сбору и уточнению информации. Поскольку контролировать экипаж постоянно практически невозможно.

В-четвертых: работа экипажа БПЛА со стандартным армейским расписанием очень слабо совместима (за исключением, пожалуй, специализированных БПЛА подразделений), поэтому экипажу помимо организации своей работы необходимо подстраиваться и под окружающие его реалии.

В-пятых: в работу экипажа БПЛА постоянную коррекцию вводит погода, поэтому все другие факторы, влияющие на работу, необходимо минимизировать.

В результате: получаем немало предпосылок для того, чтобы понять, распределить и организовать некоторые правила работы экипажа, которые экономят время и силы, предохраняют от ошибок, позволяют организовать системную работу.

1.1 РАСПИСАНИЕ ДНЯ

Работающий экипаж БПЛА живет несколько в других биоритмах, отличных от привычных солдатских. Самое удачное и желательное время для сбора информации для аэроразведки, как правило, является время, когда тени от Солнца

наиболее длинные (для дневных систем аэроразведки), а воздух спокойный — то есть рано утром и поздно вечером. Режим работы ночного разведчика вообще немного смещен с поправкой на остывание или нагрев объектов, которые необходимо обнаруживать. Или вообще такой, который трудно представить, например, для экипажа коптера, охотящегося за ДРГ. А еще необходимо собраться, спланировать маршрут, проверить технику, выехать на место, проверить площадку, собрать комплекс. Поэтому стоит для себя разработать и соблюдать четкий график, который обязательно включает следующие элементы:

I. День начинается с подъема и гигиены.

II. Утренний обзор техники на предмет комплектности и готовности к выезду

III. Выезд на место полетов

IV. Обзор и подготовка площадки

V. Предполетный осмотр техники

VI. Полеты

VII. Послеполетный осмотр

VIII. Анализ информации

IX. Разбор полетов

X. Подготовка и планирование к следующим полетам

XI. Обслуживание автотехники, вооружения, униформы

XII. Вечерний осмотр техники, такой же, как 2.1.2

XIII. Выезд 2.1.3

XIV. Обзор 2.1.4

XV. Предполетная 2.1.5

XVI. Полеты

XVII. Послеполетная

XVIII. Анализ

III ЧАСТЬ

XIX. Разбор полетов

XX. Подготовка и планирование

XXI. Вечерний осмотр техники

XXII. Отбой

Если погоды нет, значит, живем немного по другому распорядку, где вместо пп. 2.1.3 - 2.1.10 и 2.1.12 - 2.1.19 поиск площадки и работа в качестве интеллектуального разведчика по п. 1.3 из 1-й части. А в каких-то промежутках между основной занятостью необходимо поесть, что-то найти, купить, постирать, решить какие-нибудь бытовые вопросы. И, чтобы успевать сделать все, должны быть распределены и испытаны роли.

1.2 РОЛИ В ЭКПИПАЖЕ

Роли появились не случайно. Штатный распорядок подразделения аэроразведки (командир, оператор, водитель) просто не может физически учесть все нюансы работы этого подразделения. Поэтому независимо от того, кто кем прописан в штатном расписании, роль в экипаже необходимо распределять, отталкиваясь от личных знаний и навыков каждого члена экипажа.

1) Командир организует работу, взаимодействует с внешним миром на уровне командования. Обеспечивает дисциплину, отвечает за здоровье, трудоспособность и эффективность.

2) Пилот – самый подготовленный для работы с пультом член экипажа. Занимается управлением самолета в воздухе.

3) Механик занимается вопросами ремонта и обслуживания комплекса. Отвечает за техническое состояние комплекса (мелкие ремонты, регламент, заряжание АКБ). Во время выполнения полета управляет антеннами.

ПОДГОТОВКА К ПОЛЕТАМ 1

4) Штурман занимается навигацией в воздухе и планировкой на земле. Собирает данные о ситуации, поднимает карту. Ведет бортовой журнальчик. Обеспечивает работоспособность наземной станции (ПО и т.п.). При выполнении полета следит за показаниями приборов, управляет дополнительным оборудованием.

5) Водитель управляет и отвечает за техническое состояние и готовность транспортного средства, которое возит БПЛА. Занимается обеспечением бытовых вопросов всего экипажа (что есть, где поспать, как найти, у кого купить и откуда доставить).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ОТВЕТСТВЕННОСТИ 1.3

Роли в экипаже распределяются в зависимости от навыков и наклонностей, бывают командиры-механики-штурманы, бывают пилоты-водители, но каждый член экипажа должен быть в состоянии подменить кого-либо в сложившихся обстоятельствах. Поэтому каждый член экипажа, независимо от роли, отвечает за работу всего комплекса. Хотя официально отвечает командир. При работе не следует замыкаться только на своей роли, периодически полезно контролировать ситуацию и на других участках. После выполнения своей работы, конечно. Таким образом, работает взаимоконтроль, призванный повысить безопасность полетов и работоспособность комплекса.

ПИТАНИЕ И СОН 1.4

Самочувствие экипажа оказывает большое влияние на эффективность работы. Например, невыспавшийся пилот одним неудобным движением может разбить БПЛА на посадке. Невнимательный штурман при планировании миссии не заметит перепада высот и потеряет комплекс в полете. Ранние подъемы и поздние возвращения из полетов, приемы пищи в свободное время между полетами никак не способствуют соблюдению режима, необходимого для поддержания высокой трудоспособности.

III ЧАСТЬ

Особенно, если мы говорим о системной работе. Экипаж должен иметь возможность питаться и отдыхать. Поэтому решать бытовые вопросы необходимо, прежде всего, до начала работы. Для решения бытовых вопросов, возникающих в процессе работы, есть роль водителя, который должен понимать, что работоспособность экипажа зависит даже от отсутствия бытовых проблем. Поэтому, предусматривая работы по планированию или обслуживанию техники, он работает и на то, чтобы экипажу было, где есть и где спать. В результате следует понимать, что шоколадная конфета, которую правильно обученный водитель дал пилоту за 10 минут до вылета - это не признание в любви, а очень неплохой допинг для мозга, помогающий сосредоточиться, убрать дрожь в руках и лишить механика излишней работы по восстановлению разбитого планера.

1.5 ОДЕЖДА И ОБУВЬ

Аэроразведчик имеет свою специфику работы. Поэтому есть смысл поднять вопрос, во что его одеть и как обуть. В целях собственной безопасности аэроразведчик не должен отличаться от обычного военнослужащего. Здесь надпись на всю спину «Аэроразведка» и пропеллер на рукаве точно не помощники. Аэроразведчик – одна из самых приоритетных целей противника наряду с командирами и связными. Поэтому снаружи он должен стараться выглядеть так же, как обычный стрелок. Для роли механика очень пригодится жилет с множеством карманов вместо разгрузки, в которые можно спрятать любые отвертки, скотчи, запасные аккумуляторы и другие необходимые вещи, без которых техник не может жить. Для работы в поле бывает полезной ветронепроницаемая накидка, для холодного времени года. Обувь экипажа самая обычная, так как ходить аэроразведчику далеко не нужно. Комплекс БПЛА – достаточно громоздкий, его без транспорта далеко не унесешь. Исключение составляют, пожалуй, только операторы маленьких коптеров, работающих прямо по боевым расчетам. Желательно иметь водонепроницаемые бахилы в межсезонье и тёплую обувь зимой, поскольку нужно достаточно длительное время находиться на одном месте практически без движения. Очки для защиты глаз от мошек, пыли и солнца обязательны, как минимум, для пилота.

ПОДГОТОВКА К ПОЛЕТАМ 1

ВОДА 1.6

Экипаж БПЛА работает в основном головой. Обезвоживание тела наступает при потере 15% воды в организме. Затруднения с умственной деятельностью начинаются гораздо раньше, уже при потере 5%. **Поэтому в нежаркое время года – минимум 1 л воды на человека в сутки. В жару – больше. Пить следует воду, а не кофе или газированные напитки. Употребление алкоголя экипажем запрещено. Он тормозит работу мозга.** Можно расписать работу нейромедиаторов и влияние алкоголя на них, но экипажу БПЛА это знать необязательно. В процессе полета на БПЛА большинство органов чувств человека не участвует, поэтому на первый план выходит способность быстрого мышления и внимательной подготовки к полетам. У пилота настоящего самолета в процессе управления работает больше органов чувств. Он чувствует крены не только зрительно, но и с помощью вестибулярного аппарата, обороты двигателя воспринимает не только из приборов, но и по звуку, приближение к срыву потока на крыле не только из-за предупреждения специальной системы, но и из-за изменений в загрузке ручки управления. Поэтому смену крена пилот отработает еще до того, как увидит показатели авиагоризонта, а изменения в работе двигателя услышит даже несмотря на приборную панель, приближение к скорости срыва почувствует еще до того, как запишет предупредительное устройство. В экипаже БПЛА все эти каналы просто не работают. Для восприятия информации есть только один канал — зрение, поэтому необходима вся концентрация внимания на зрительном восприятии.

ПИТАНИЕ ПРИ ВЫХОДЕ В ПОЛЕ 1.7

Кроме общепринятых рекомендаций можно добавить следующее: первая еда разведчика — сало, поскольку оно на 85% состоит из воды, являясь при этом очень питательным (следует очистить от соли). Также в рацион желательно добавить больше сладкого (шоколад или сгущенку) и, соответственно, больше воды.

III ЧАСТЬ

1.8 ПРЕДПОЛЕТНАЯ ПОДГОТОВКА

Предполетная подготовка необходима для выявления и устранения технических неисправностей БПЛА, наземной станции, а также для подготовки экипажа к вылету. Каждая роль в экипаже выполняет свою часть предполетной подготовки и сообщает о готовности. Например, механик, готовя к вылету БПЛА, проверяет состояние пропеллера, рулевых поверхностей и сервомеханизмов, узла крепления крыла, самого крыла на предмет повреждений, фюзеляжа, антенн, заряд АКБ. В настоящее время пилот собирает антенны, проверяет заряд АКБ в антенном блоке, заряд батареи в пульте. Штурман монтирует наземную станцию, проверяет заряд АКБ на компьютерах и работоспособность наземной станции в целом. После этого систему проверяют в сборе (связь наземной станции с БПЛА, работоспособность камеры, ДПС модуля, видеоканала). Экипаж произносит полетную задачу, обсуждает порядок и роли на взлете и приземлении, действия во внештатных ситуациях. Всегда выполняется в одной и той же последовательности одними и теми же ролями.

1.9 ПОСЛЕПОЛЕТНЫЙ ОСМОТР

Выполняется после приземления аппарата. Часто осмотр производится уже после покидания летной площадки в целях безопасности. То есть сначала едем с «засвеченного» места старта, а потом уже проводим все остальные действия. Послеполетный осмотр включает в себя: тщательный осмотр аппарата, его частей и деталей на предмет обнаружения повреждений или неисправностей, возникших в полете или в результате приземления; извлечение разряженного аккумулятора, установка заряженного в случае исправности аппарата. Данные о полете заносятся в бортовой журнал и журнал учета аккумуляторов. Как и в случае с предполетной подготовкой, осмотр необходимо проводить по той же схеме, в том же порядке каждый раз. Действия каждой роли также синхронны. Пока механик разбирает и осматривает БПЛА, пилот сворачивает антенный модуль, штурман выключает наземную станцию, и экипаж быстро покидает площадку.

ПРАВИЛА ЗАРЯДКИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ 1.10

Основные виды аккумуляторов, используемых в БПЛА. На сегодняшний день используется 5 основных типов аккумуляторов:

1. Pb (lead-acid или свинцово-кислотные);
2. NiCd (никель-кадмиевые);
3. NiMh (никель-металлгидридные);
4. LiPo (литий-полимерные);
5. LiFePO4 (литий-ферофосфатные, также известные как A123, LiFe, LiFo, литий-фосфаты).

Свинцово-кислотные (Pb) аккумуляторы по отношению к БПЛА используются практически только как источник энергии для подзарядки в полевых условиях других типов аккумуляторов и как источник питания стартера и стартовой панели для силовых установок с ДВС. Очень часто в качестве аккумулятора выступает бортовой аккумулятор автомобиля. Такие аккумуляторы характерны неприхотливостью, высокими токами отдачи, но имеют большой вес и медленно заряжаются.

Никель-кадмиевые аккумуляторы (NiCd) часто используются для питания передатчиков, а также как силовые в тех случаях, где важны токи отдачи и большой ресурс. Не каждый NiCd аккумулятор может использоваться как силовой. Бытовые NiCd батареи, как правило, не способны к отдаче больших токов и пригодны только для питания передатчика и в некоторых случаях – бортовой электроники на БПЛА с ДВС. Для питания силовой установки можно использовать только промышленные аккумуляторы, рассчитанные на большие токи. NiCd аккумуляторы характерны своей неприхотливостью, но обладают достаточно большим весом при небольшой удельной емкости. Недостатком, несколько усложняющим их эксплуатацию, является так называемый эффект памяти, о котором мы скажем чуть ниже.

Никель-металлгидридные (NiMh) аккумуляторы пришли на смену NiCd. Все вышесказанное о NiCd, в целом, относится и к NiMh. Отличие NiMh в том, что они имеют, как правило, заметно большую емкость при той же

весе, как и аналогичные NiCd. «Эффект памяти» у них менее выражен. Срок годности NiMh обычно меньше, чем NiCd.

В последние годы для летающих моделей и БПЛА получили большое распространение литий-полимерные (LiPo) аккумуляторы. Они легки, обладают очень высокой емкостью относительно их веса и размера, высокими токами отдачи, возможностью быстрого заряда. Благодаря этому они стали основным источником энергии для электрических силовых установок БПЛА. К сожалению, не обошлось и без недостатков: LiPo аккумуляторы оказались достаточно критичны к режимам эксплуатации. В случае разрядки такой батареи ниже допустимого уровня она безвозвратно выходит из строя, а превышение напряжения на батарее может привести к ее взрывному самовозгоранию. Тем не менее, преимущества LiPo аккумуляторов перевешивают их недостатки, и потому их используют, соблюдая определенные правила эксплуатации.

Недавно появились батареи, выпускаемые американской компанией A123 Systems, откуда и пошло их популярное название A123. Они являются развитием литий-полимеров и в своей основе имеют химическую формулу LiFePO4 (ферофосфат лития). Благодаря этой формуле они получили множество альтернативных названий - LiFe, LiFo, литий-фосфаты и т.д. Данные батареи оказались, на первый взгляд, просто находкой: неприхотливые, устойчивые к ударам, долгоживущие, неприхотливые к частой балансировке, не боятся умеренных перезаряжений и глубоких разрядок, отдают большие токи, и главное — штатно допускают очень быструю зарядку за 15—20 мин. что в полевых условиях просто бесценно. Однако и здесь не обошлось без недостатков: ограниченный ряд емкостей (на выходе лишь 2300 мАч), большее, по сравнению с LiPo вес, низкое напряжение на банке и достаточно большая его просадка под нагрузкой. Если бы не это, они могли бы занять нишу LiPo.

Для зарядки всех типов вышеперечисленных типов батарей используется всего два основных метода: метод постоянного тока с некоторыми вариациями (для NiCd, NiMh) и метод CC-CV (для Pb, LiPo, LiFePO4). Подробно останавливаться на особенностях зарядки каждого типа мы не будем, рассмотрим только NiCd, NiMh и LiPo.

ЗАРЯДКА NICD (НИКЕЛЬ-КАДМИЕВЫХ) И NIMH (НИКЕЛЬ-МЕТАЛГИДРИДНЫХ) АККУМУЛЯТОРОВ 1.11

Практически все зарядные устройства для таких аккумуляторов используют метод дельта пик (он же "-dV", он же "минус дельта ВЕ") для определения окончания заряда. В данном методе используется свойство никелевых аккумуляторов, при котором в конце зарядки напряжение на аккумуляторе начинает снижаться на некоторую незначительную величину (около 30 мВ в расчете на одну банку). При этом абсолютное значение напряжения не имеет никакого значения, оно может быть от 1,4 до 2,0 на одну банку. Также нет никакого значения абсолютное значение номинальной емкости аккумулятора, что объясняет отсутствие такого параметра настройки у многих зарядных устройств. У NiMh аккумуляторов спад напряжения в конце зарядки менее выражен, чем у NiCd аккумуляторов, и может составлять всего 2 мВ на банке (ZeroPeak).

Метод определения конца зарядки «дельта пик» хорошо работает при токах заряда от 0.3С и выше, где С – номинальная емкость аккумулятора. Например, для аккумулятора емкостью 1500 мАч минимальный ток заряда, при котором будет уверенно работать метод «дельта пик», равен 0.3*1500 = 450 мА~0.5 А.

При меньших токах существует опасность того, что напряжение аккумулятора в конце заряда не станет снижаться, а зависнет на некотором уровне. Зарядное устройство не сможет точно определить факт окончания зарядки и не отключится, а перезарядка при токах более 0.1С наносит ущерб аккумулятору, уменьшая его емкость. Максимальное значение тока ограничивается типом и исполнением конкретного аккумулятора. Это значение обычно не написано на самой батарее, но его можно найти в технических характеристиках на сайте производителя элементов батареи. На сегодняшний день практически все NiCd и NiMh аккумуляторы способны заряжаться током до 1С при условии нормального (природного воздушного) охлаждения. Но есть аккумуляторы, способные без последствий выдерживать зарядные токи до 4С (15-минутный режим заряда). Такие аккумуляторы обычно используются в качестве силовых электромоделей, а поскольку литиевые аккумуляторы практически полностью заняли нишу силовых электроустановок, то встречаются эти аккумуляторы довольно редко.

Следовательно, верхний предел зарядного тока определяется не только типом и исполнением, но и условиями охлаждения конкретного аккумулятора. Как известно, в процессе зарядки NiCd и NiMh аккумуляторы разогреваются тем сильнее, чем больше зарядный ток, причем у металлгидридных аккумуляторов разогрев заметно сильнее, особенно в конце зарядки. Максимальная допустимая температура при зарядке для большинства аккумуляторов составляет 55-60 градусов. Таким образом, зарядный ток следует подбирать так, чтобы температура заряда не превысила указанный порог. Чем хуже условия охлаждения, тем меньше должен быть зарядный ток. Но для надежной работы метода "дельта пик" он должен быть не менее 0.3С. На сегодняшний день самое массовое применение NiCd и NiMh аккумуляторов в комплексах БПЛА — это передатчики аппаратуры управления и бортовое питание на моделях с ДВС установками. И в одном и в другом случае аккумуляторы имеют ограниченное охлаждение. Но обычно ток заряда около 0.5С не вызывает перегрева аккумуляторов в передатчиках и на борту. Из всего вышесказанного следует, что для аккумуляторов данного применения оптимальным является ток заряда 0.3 - 0.5С. Например, для передатчика Spektrum DX7 с аккумуляторами 1500 мАч оптимален ток заряда от 0.3*1500 = 450 мА до 0.5*1500 = 750 мА. Кроме того, во многих передатчиках в цепи аккумулятора встроен предохранитель, который сгорает при попытке зарядить аккумулятор передатчика током более 1А.

NiCd и NiMh аккумуляторы обладают так называемым эффектом памяти. Практический смысл его в том, что аккумулятор привыкает отдавать в процессе разряда ту емкость, которую он получил при последних зарядах. Если заряжать полуразряженный аккумулятор просто добивая его до максимума, то со временем он начинает отдавать только эту половину, теряя емкость. Поэтому для продолжительной жизни никелевых аккумуляторов их следует циклевать хотя бы один раз в месяц. Процесс цикла заключается в полном разряде аккумулятора с последующим его зарядом. Если аккумулятор уже старый и имеет уменьшенную емкость из-за эффекта памяти, то его можно реанимировать в небольших пределах (но не полностью — до 10 — 20%). Для такой процедуры достаточно сделать 3 полных цикла, все последующие циклы обычно уже не дают положительного результата.

Теперь от теории разряда перейдем к практике. Зарядные устройства имеют две основные установки для разрядки аккумуляторов.

разряд и напряжение, до которого следует разряжать аккумулятор. С током все просто: чем меньше ток разряда, тем эффективнее процесс (полнее происходит разряд). Если у вас нет ограничений по времени, ток 0.1А будет правильным выбором, а если времени совсем мало, то токи разряда до 0.3С вполне допустимы. С напряжением, до которого разряжается аккумулятор, дело немного сложнее. Смысл состоит в том, чтобы не допустить полного разряда (до нуля) хотя бы одной банки в батарее. Например, имеем последовательную батарею, состоящую из 4 банок, причем одна из банок имеет несколько меньшую емкость (что встречается очень часто). При разрядке эта банка первая разрядится, и напряжение в ней начнет падать до нуля, в то время как в других банках напряжение будет номинальным. Если в этот момент не остановить процесс разрядки батареи, то по банке, на которой напряжение равно нулю, будет протекать ток разряда других банок, перезаряжая ее в обратной полярности. Такой режим губителен для «слабейшего звена» батареи. Отсюда для аккумулятора, состоящего из N последовательных банок, минимальное напряжение разряда можно определить по формуле: U=1.25*(N-1). Например, для передатчика Spektrum DX7, в котором батарея состоит из 8 последовательных банок, минимальное напряжение разряда равно U=1.25*(8-1) =8.75~8.8 вольт. Но в некоторых зарядных устройствах напряжение разряда определяется в расчете на одну банку, тогда формула будет следующим: U=1.25*(N-1)/N. Для DX7 это будет U=1/25*(8-1)/8=1.09~1.1 вольт/банк. Кроме двух основных настроек, режим циклирования может иметь еще некоторые настройки, например, время паузы между циклами. Это время необходимо, чтобы дать аккумулятору остыть после заряда перед началом разряда.

Один из самых частых вопросов: можно ли заряжать NiCd или NiMh батареи в несколько приемов, зарядив их частично, а затем позже продлив заряд? Ответ таков: в общем-то можно, но не следует включать заряд немедленно после его прекращения — следует подождать некоторое время. И не ставить на заряд полностью заряженную батарею – при этом метод определения конца заряда -dV может не сработать и батарея будет перезаряжена, что не пойдет ей на пользу. Кроме того, если между такими дозарядами батарею использовать, второй заряд будет «добивать» батарею после отдачи ей части емкости, что непосредственно повлияет на возникновение эффекта памяти. Следовательно, в редких случаях это допустимо, но не как постоянная практика. Или нужно производить регулярное циклирование.

III ЧАСТЬ

Некоторые зарядные устройства NiCd и NiMh имеют альтернативные методы заряда, такие как Reflex. Суть состоит в том, что в процессе заряда прямым током батареи периодически подаются кратковременные импульсы обратного тока разряда. По некоторым данным, это уменьшает проявление эффекта памяти, разрушая образовавшиеся внутри кристаллы и улучшая диффузию выделяемых внутри пузырьков газов, что дает возможность дозаряжать батарею без циклирования. Трудно точно сказать, насколько этот метод эффективен на практике, но если он в зарядном устройстве, почему бы не попробовать?

1.12 LIPO (ЛИТИЙ-ПОЛИМЕРНЫЕ) АККУМУЛЯТОРЫ

Эти аккумуляторы обладают непревзойденным показателем удельной (на единицу массы) энергии, а также способны отдавать большие токи разряда. Так что в моделях с силовой электроустановкой этим аккумуляторам пока практически нет альтернативы.

Кратко перечислим основные правила эксплуатации LiPo аккумуляторов, предоставляя ниже подробные объяснения причин интересующимся этим.

Во время зарядки LiPo используйте только специальное зарядное устройство для LiPo. Заряжайте только под наблюдением.

В случае какого-либо внутреннего повреждения во время зарядки может произойти самовозгорание и пожар — фотографии сгоревших при зарядке LiPo аккумуляторов машин можно найти в интернете. Заряжайте аккумуляторы, положив их на негорючую поверхность.

Никогда не заряжайте аккумулятор без балансира – устройства, контролирующего и выравнивающего напряжения на каждой «банке» в последовательно соединенной батарее. Для устройств типа iMax B6, G.T.Power A6 и подобных им, имеющих встроенный балансир и выбор методов заряда, всегда выбирайте режим Balance Charge вместо просто LiPo Charge. Последний режим не балансирует и не контролирует каждую из банок.

Для зарядки используйте ток не более 1С, если вы в поле, и около 0.5-0.7С в лагере – более медленная зарядка продлит срок службы аккумулятора.

Дополнительная информация: некоторые новые типы батарей Hyperion G3 допускают зарядку токами до 5С. В этом случае можно рекомендовать такую зарядку в полевых условиях, а на базе 2 – 3С будет достаточно, хотя зарядка при 1С не усугубит ситуацию. Старайтесь не доводить батарею до полной разрядки, лучше оставить в ней 10-20% емкости и зарядить ее повторно, чем «убить» ее за один полет.

Если возможно, старайтесь использовать батареи с некоторым запасом по номинальному току. Это продлит срок их службы

Как указывалось выше, батареи LiPo очень критичны к режиму эксплуатации. При их заряде употребляется способ CC-CV. То есть сначала батарея заряжается некоторым фиксированным током (constant current – CC), при этом напряжение на банках батареи растет. После достижения напряжения 4.20 вольта на каждой банке батарея уже заряжена примерно на 95%, и зарядное устройство переходит ко второй фазе алгоритма заряда CV (constant voltage, постоянное напряжение).

При этом ток постепенно снижается так, чтобы напряжение на каждой банке не превысило 4.20 вольт. Эта величина определяется химией LiPo батареи. Превышение ее допустимо не более чем до 4.25 вольт, а достижение значения 4.30 и выше может привести к взрывному самовозгоранию.

Фазой заряда CV в полевых условиях можно пренебречь: она добавляет только последние 5% емкости, но занимает от трети до половины общего времени заряда при заряде током 1С. Поэтому можно прекращать заряд после достижения батареей максимального значения напряжения, экономя время.

При разрядке в процессе эксплуатации недопустимо понижение напряжения на каждой из банок ниже 3 вольт. Достаточно раз посадить LiPo батарею до 2.5 вольт на банку, и ее можно будет выбросить. После такой разрядки батарея может «сдуться», она теряет более половины емкости и перестает отдавать номинальный ток разряду, или просто не заряжается. В течение короткого времени батарея теряет емкость почти полностью.

Отсюда становится понятным, что проблема эксплуатации LiPo заключается в том, что при зарядке необходимо контролировать напряжение на каждой из банок, чтобы не вывести его из строя, а при последующей разрядке следить, чтобы аккумулятор разряжался не ниже допустимого минимума. Обычное зарядное устройство может контролировать напряжение на батарее в целом, но при большом разбрасывании напряжения на банках вполне возможен вариант, когда на одной из них еще 4.05V, а на второй уже 4.30V. Зарядка видит только суммарные 8.35V и продолжает заряжать батарею до 8.40V (4.20*2). При этом напряжение на второй банке превышает 4.30V, что с большой вероятностью приводит к возгоранию. При разрядке несбалансированной батареи эта проблема способна привести к переразряду отдельно взятой банки, несмотря на то, что суммарное напряжение еще выше, чем 3V, умноженное на количество банок.

Для решения этой проблемы используется специальное устройство, называемое балансиром. В процессе заряда он следит за напряжением на каждой из банок и выравнивает их между собой. При этом зарядное устройство выключает заряд вовремя, не выводя аккумулятор из строя. При разрядке сбалансированной батареи все банки также разряжаются более или менее равномерно, и при снижении суммарного напряжения до 3V на банке должно сработать отсечение регулятора, чтобы предотвратить выход батареи из строя. Многие современные зарядные устройства уже имеют встроенный балансир, которым обязательно следует пользоваться. Для этого кроме силового кабеля подключают отдельный балансировочный разъем батареи и выбирают соответствующий режим заряда. Для устройств, не имеющих встроенного балансира, необходимо приобрести отдельное внешнее балансирное устройство.

Ток заряда LiPo должен превышать 0.1 емкости аккумулятора, то есть максимальный ток заряда равен 1C. К примеру, для заряда аккумулятора емкостью 2200 мАч ток заряда не должен превышать 2.2 А. В то же время не следует ставить ток заряда меньше, чем 0.5C. В некоторых зарядных устройствах (Duratrax ICE) стоит неотключаемый таймер на заряд LiPo аккумуляторов на 3 часа. Поставив небольшой ток, зарядное устройство может не полностью зарядить аккумулятор, а отключиться по таймеру. Есть зарядные устройства, которые имеют устроенный таймер, но нет смысла в его применении для заряда LiPo.

Принудительно разряжать или циклировать литиевый аккумулятор нет смысла, поскольку эти батареи не обладают эффектом памяти и сохраняются в заряженном состоянии (наиболее оптимальный режим хранения — 60% заряда). Ток разряда аккумулятора может быть любым, но не более его номинала, указанного на этикетке, а также в единицах величины емкости С.

Например, 20С на аккумуляторе 1000 мАч означает, что максимальный непрерывный ток разряда равен 20*1000=20000 мА=20 А. Следует отметить, что если не использовать аккумулятор на грани его возможностей, он проживет гораздо больше циклов. К примеру, для одного из фирменных дорогих LiPo с номинальным током 30С приводятся следующие типичные данные: при заряде и разряде токами 1С производитель гарантирует 500 циклов без существенной потери емкости. При заряде током 1С, но разряде максимальным допустимым током 30С количество циклов составит всего 50 (упадет в 10 раз). Это дает хороший пример того, почему желателен запас тока батареи при подборе силовой установки.

В процессе зарядки или разрядки не допускайте нагрева аккумулятора более 60 ˚С. Место, в которое установлен аккумулятор на модели, должно иметь хорошую вентиляцию и должно хорошо продуваться. Не заворачивайте аккумулятор в теплоизоляционные материалы (поролон, пенопласт). Если нагрелся аккумулятор, дайте ему остыть перед использованием (зарядкой или разрядкой).

ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ОСНОВНЫМ ТИПАМ БАТАРЕЙ: NIMH, NICD 1.13

Ток заряда: от 0.3С до 0.5С, где С – емкость аккумулятора в ампер-часах. При хорошем охлаждении и контроле температуры — до 1С.

При хорошем охлаждении и контроле температуры — до 1С.

Ток разряда: от 0.3С до 0.1А (чем меньше, тем лучше, но дольше).

Минимальное напряжение при разряде определяется как U=1.25*(N-1) или в расчете на каждую банку U=1.25*(N-1)/N.

III ЧАСТЬ

Пример для батареи NiMh 1500 мАч 8 банок (передатчик Spektrum DX7):

1. Ток заряда 0.5-0.8 А;
2. Ток разряда при цикировании 0.1-0.4А (меньше – лучше);
3. Минимальное напряжение на батарее 8.8 вольт или 1.1 вольт/ банку.

1.14 ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО LIPO

Ток заряда: 0.5-1С (меньше – лучше).

Ток разряда: циклирование не требуется, но в целом не выше номинального, выраженного в единицах емкости С.

Минимальное напряжение: 3 вольта на банке.

Пример для батареи LiPo 2200 20C 11.1в:

1. Ток заряда 1.1-2.2 А;
2. Ток разряда: до 44А;
3. Минимальное напряжение на батарее: 9 вольт (но не менее 3 вольт на каждой из банок).

1.15 ОБСЛУЖИВАНИЕ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ, РАБОТА С ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ, ИНТЕРНЕТ, АНТИВИРУС

Наземная станция для БПЛА представляет собой компьютер, к которому подключается антенный блок. Внутри антенного блока обычно установлен источник питания (аккумуляторная батарея), который необходимо периодически заряжать и осматривать.

Что касается антенного поля – все, что необходимо, это следить за геометрией (не допускать погнутости) и периодически устранять последствия неаккуратной транспортировки.

ПОДГОТОВКА К ПОЛЕТАМ 1

Несколько подробнее опишем взаимоотношения экипажа с компьютером наземной станции. Как правило, в составе комплекса есть ноутбук, иногда два с установленной операционной системой типа Windows. Описывать тонкости и нюансы работы с ней нет смысла, остановимся лишь на тех возможных проблемах, которые применяются в работе этих ПК в поле в качестве наземных станций.

Для обновления системы сделаем более подробное описание: Windows иногда пытается установить обновление в самое неподходящее время. Например, иногда при полёте БПЛА система пытается предлагать перезагрузку для установки обновлений, а то и просто перегружается без предупреждения, и начинает их устанавливать сама. Поэтому на каждом вечернем обзоре техники не поленитесь проверить состояние обновления, чтобы не было неожиданностей во время полетов. Проверяйте установленный антивирус, актуальность вирусных баз и проверяйте систему на чистоту. Отключив обновление полностью, вы исключите проблему перезагрузок по вине системы обновления, но откроете потенциальную дыру в безопасности операционной системы. Полностью исключить общение с чужими носителями информации вам вряд ли удастся, поэтому старайтесь удерживать операционную систему в актуальном состоянии. С Linux и подобными операционными системами проблем меньше, практически нет совсем, но такие системы используются в единичных случаях.

ВЫХОДНЫЕ ДНИ 1.16

Выходным в авиации считается любой день, когда нет погоды для полетов. Используется такой день для поиска новых полетных площадок, интеллектуальной разведки. п. 1.3 из 1 части, ремонта и обслуживания техники. Но утренний и вечерний обзор технического состояния БПЛА проводится всегда в полном объеме. В выходной обычно утренний смотр комплекса БПЛА для ролей "техник" и "пилот" перерастает в плановые работы по обслуживанию и ремонту и заканчивается к вечернему смотру. Следует максимально эффективно использовать нелетные дни, чтобы не пропускать возможные летные по техническим причинам.

III ЧАСТЬ

1.17 ХРАНЕНИЕ ТЕХНИКИ

Хранят комплексы по правилам хранения бытовой электроники: в сухом прохладном месте, в разобранном состоянии, подальше от ГСМ, легковоспламеняющихся веществ и сильных электромагнитных полей (трансформаторы, электромоторы и т.п.). Следует учитывать, что сильные перепады температуры приводят к выделению влаги, в том числе на электронике БПЛА.

1.18 ТРАНСПОРТИРОВКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ

Перевозить комплекс БПЛА настоятельно рекомендуется в специальной таре и специально оборудованном для этого транспортном средстве. Из-за отсутствия транспортного средства на полях, а также на небольшом расстоянии от линии разграничения комплекс транспортируется в руках экипажа. Из-за неправильной транспортировки комплекс выходит из строя быстрее, чем в процессе эксплуатации. Во время движения на стартовую площадку для полетов и с него комплекс перевозят в руках для уменьшения времени пребывания в опасной зоне и предотвращения повреждений во время движения по плохим дорогам. Очень важно, чтобы экипаж отработал алгоритм погрузки/разгрузки комплекса в транспортное средство и порядок посадки самого экипажа.

Рекомендуется соблюдать один и тот же алгоритм посадки/загрузки и транспортировать все части комплекса, положив их одинаково, чтобы уменьшить вероятность потери или повреждения любой части.

Транспортное средство в идеале должно вмещать комплекс в боевом состоянии, чтобы разрешать экстренную эвакуацию комплекса. Внешне он должен быть незаметным, без каких-либо надписей, кронштейнов под антенну или самих антенных блоков. В идеале такое транспортное средство следует оборудовать стационарными кофрами (т.е. специальными сундуками) для транспортировки комплекса на дальнее расстояние и хранение ЗИП.

ТАКТИКА ПОЛЕТОВ 2

В этой главе описаны практические рекомендации, все утверждения здесь являются следствием накопленного опыта.

Итак, есть комплекс БПЛА, есть экипаж, умеющий этот комплекс эксплуатировать. С чего начать работу?

ВЫБОР СТАРТОВЫХ ПЛОЩАДОК 2.1

Первое, что делает экипаж, прибыв на место службы, — определяет основные направления, по которым нужно будет летать. Зная это, экипаж начинает поиск площадок для размещения наземной станции и/или взлета/посадки. В зависимости от рабочей дальности комплекса БПЛА выбирают удаление линии разграничения. Обычно это около 10% от дальности, но рельеф играет решающую роль в выборе площадки. Исходя из опыта, необходимо выбирать площадку на возвышенности.

Чем выше будет установлена наземная станция, тем дальше будет радиогоризонт и больше места для маневра. Также необходимо учитывать расположение опорных пунктов с обеих сторон линии разграничения. Работать вблизи своего опорника рекомендуется на определенном удалении, чтобы не подвергать свой опорник риску обстрела в случае раскрытия места вашей работы противником. Но не идите слишком далеко, чтобы можно было пригласить помощь либо заехать для зарядки АКБ, либо обработки данных. Работать в условиях прямой видимости по опорному пункту противника не рекомендуется. Также необходимо проверять площадку и места потенциальных засад у площадок на наличие МВЗ или диверсионных групп каждый раз перед началом работы.

Нелишней будет практика использования сигнальных заграждений группой безопасности. Настоятельно рекомендуется установить контакт с ближайшими опорными пунктами для получения информации (см. п. 1.3 из 1 части, которая будет полезна уточнению целей и задач полетов).

2.2 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ, ПОСТАНОВКА ПОЛЕТНОЙ ЗАДАЧИ

Любой полет должен быть спланирован. Спонтанный полет уже является предпосылкой к летному событию. Для любого полета необходимы цели, задачи и план, в котором исчисляются ограничения, связанные с ТТХ, погодой, условиями и т.п. Даже если вы летаете в учебных целях. Для учебного полета план полета выглядит следующим образом.

Задача – улучшить навыки управления БПЛА.

Цели: 1 – безопасно взлететь, 2 – совершить уверенный правый разворот, 3 – пролететь по прямой, 4 – совершить уверенный левый разворот, 5 – пролететь по прямой, 6 – выполнить уверенный заход на посадку и 7 – безопасно приземлиться.

Ограничение (распишем правила подсчета ниже) — доступное время в воздухе 40 минут с учетом температуры и силы ветра, противодействия РЭБ не предвидится, проводим полет в поле зрения.

Здесь мы начинаем понимать, что делать, как и зачем.

Боевой вылет имеет несколько иные задачи и цели, но точно не бывает типа «полетим куда-то туда, вдруг что-нибудь там найдем». Даже если у нас нет никаких данных, собираемых в п. 1.3 1-й части, мы планируем полет в вероятную точку нахождения противника (эмпирически или по топографическим предпосылкам), вдоль визуальных ориентиров, которые могут нам пригодиться для навигации. Нужно пытаться планировать вылет, составлять маршрут и рассчитывать ограничения раньше времени, несколько раз проверять дальности, высоты и маршрут. Только спланировав свои действия, мы начинаем полет.

2.3 НАЧАЛО И ЗАВЕРШЕНИЕ ПОЛЕТОВ, РАЗБОР ПОЛЕТОВ, ЖУРНАЛ

Полет всегда начинается с предполетной подготовки, п. 2.8, уточнения метеоусловий и проверки готовности экипажа. В случае работы

над своими опорными пунктами полезно будет втайне предупредить их. Полеты считаются оконченными после проведения разбора полетов и заполнения бортового журнала и журнала учета АКБ. На разборе полетов экипажем обсуждаются детали вылета, указываются недостатки и изменения, то есть проводится полный анализ.

Делаются выводы как относительно техники, так и действий экипажа. Все характерные детали вносятся в бортовой журнал. Бортовой журнал БПЛА не является отчетным документом. Он призван прежде всего помочь самому экипажу контролировать техническое состояние комплекса, следить за происходящими изменениями и вести учет ресурса техники. Анализ и расшифровка импортного фото и видеоматериала к разбору полетов не относится.

ПРИМЕР БОРТЖУРНАЛА

№ з/п	№ БПЛА	Дата	Время в воздухе	Расстояние	События	Примечания
1	521	15.05	45 мин	40 км	Жесткая посадка, замена винта	8 спутников ветер 4 м\с, остаток батареи 30%

Для понимания ситуации с АКБ рекомендуется вести журнал учета, где каждая батарея подписана, по ней понятно количество циклов разработки и приблизительная ситуация с ресурсом. К примеру, есть задача: провести аэроразведку вдоль рокадной дороги в глубине территории противника. Лететь далеко и долго, необходимо выбрать лучшую батарею из имеющихся. Как определить лучшую? Лучшей будет та, что при прочих равных заряжалась реже и ровнее.

ПРИМЕР ЖУРНАЛА БАТАРЕЙ

№	№ бат	Дата	Режим зарядки	Примечания
1	2	15.05	Обычный 1С	Срабатывание возврата при низком напряжении в предыдущем полете

III ЧАСТЬ

2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ

На дальность и время полета оказывает влияние множество факторов: температура, сила ветра, влажность, техническое состояние БПЛА. В качестве исходных данных можно взять данные по дальности и радиусу связи у разработчика. Реальные данные иногда могут существенно отличаться. Если разработчиком задекларировано 60 км пробег на батарее в штиль, то при ветре 5 м/с борту придется пройти больший путь по отношению к воздуху, чем в штиль. Подтвердим это простой математикой (для «сферического БПЛА в вакууме», потому что в жизни все сложнее). Исходные данные, например: борт летит 20 м/с, ветер дует 5 м/с. Дальность, которую нам нужно преодолеть, 48 км по прямой. Фактически ветер нам будет мешать только половину дороги, соответственно делим его на 2. Выходит, что 48 км мы пролетим за 2400 секунд с ветром 2.5 м/с, что даст нам лишние 6 км пробега в воздухе относительно земли. Общий пробег при выполнении у нас составит 54 км, а не 48 расчетных. В реальной жизни все происходит несколько иначе, так как ветер никогда не дует с одной и той же скоростью, реальная дальность полета БПЛА зависит от воздушной скорости БПЛА и т.д.

Важно понимать, что с усилением ветра круг возможностей БПЛА сужается, а понимание, насколько именно, происходит с накоплением опыта полетов. Для понимания реальных возможностей своего комплекса рекомендуется летать по принципу от простого к сложному. По возвращении с полета на разборе анализировать пройденный путь, погодные условия, скорость и остаток батареи. Так придет понимание реальных возможностей своего комплекса в реальной обстановке.

2.5 ПРАВИЛА РАСЧЕТА ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРА, ПОГОДА, ВРЕМЯ ГОДА

В автопилоте запрограммирован порог срабатывания для сценария Fail-safe по напряжению питания в бортовой электросети, при условии достижения которой БПЛА выполнит команду RTL и улетит домой. Каждый раз просаживать батарею до такого напряжения не стоит, рекомендуется возвращаться с 10 — 15% запаса напряжения **К** порогу срабатывания.

ТАКТИКА ПОЛЕТОВ 2

Считается, что современные LiPo АКБ не чувствительны к температуре окружающего воздуха. Это не совсем так. При отрицательных температурах электрохимические реакции в АКБ проходят медленнее, чем при плюсовых, тем самым влияя на силу тока отдачи. Эксперименты показывают, что потеря емкости при низких температурах все же имеет место. Считаем, что коэффициент потерь для морозов – до 20% в зависимости от температуры. В любом случае необходимо понимать, что при температуре ниже 0 емкость батареи меньше, а насколько меньше – необходимо уточнять исследовательским путем.

РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЙ ВЫЛЕТ (АЭРОФОТОСЪЕМКА) 2.6

99% вылетов в подразделения аэроразведки происходит ,собственно, с целью аэроразведки. Правила и приемы проведения аэроразведки следует знать досконально. Нужно знать район полетов, предварительно изучив его на карте, и приблизительно представлять, где искать противника и предполагать, какого именно противника следует искать. **Существует заблуждение, что аэроразведка ищет технику, позиции и живую силу. Это не совсем так. Аэроразведка ищет следы и тени. А техника и позиции находятся сами, за следами и тенями, которые они покидают.**

ПРАВИЛА ПОИСКА ЦЕЛЕЙ 2.7

Прямая аналогия аэроразведки – рыбалка. Можно сколь угодно долго искать рыбу там, где ее нет и так и не найти. Можно случайно поймать что-нибудь. А можно ловить рыбу целенаправленно, зная, как и где она живет, где питается и как передвигается.

По прямой аналогии строим свою картинку и для аэроразведки. Противник живет на базах и опорных пунктах, питается у складов, а передвигается по дорогам. Соответственно, открыв топографическую карту, а лучше Google Earth, мы можем представить, где и что нужно искать.

III ЧАСТЬ

Найти базы - самое простое. Как правило, это территория какого-нибудь промпредприятия со складскими помещениями и площадкой для стоянки техники или база отдыха, пионерский лагерь, санаторий, школа-интернат. На самом деле, не так много территорий, пригодных для размещения базовых лагерей и баз хранения.

Блокпосты ищем на дорогах, недалеко от населённых пунктов, на въезде и выезде, здесь все просто.

Опорные пункты часто располагаются в окрестностях населенных пунктов или преимущественно на высотах, имеющих стратегическое направление.

С окрестностями понятно, а опорные пункты в поле на высотах мы ищем за следами.

2.8 СЛЕДЫ

Как это ни странно, но следы — информативный источник информации. Сверху хорошо видно, что именно, как часто и как давно ездило по земле или ходило. По ширине пути хорошо виден тип техники, по цвету пути видно, как часто и как давно техника использовалась. Сверху хорошо видны вытоптанные грунтовые площадки, образующиеся на местах разгрузки боеприпасов и продовольствия. Даже схемы и позиции охраны, размещение засекреченных мест можно хорошо различить по протоптанным тропам. Если вы видите террикон, а под терриконом достаточно накатанная площадка со следами разворота техники – поздравляю, вы нашли пункт наблюдения. Артиллерийские позиции выдают себя по следам характерных разворотов, стартовые площадки РСЗО заметны благодаря заметной эрозии почвы, выжженной струями газов. Кроме того, следы техники, следующие прямо через поля по прямой, срезая угол по пшенице, нам могут рассказать о том, кто их оставил. Местные, как правило, по своим полям не ездят. Если вы видите дорожку - прямо перед вами, скорее всего, следы регулярной армии противника.

ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ НАД ЦЕЛЬЮ 3

Для того, чтобы ваш БПЛА летал долго и без проблем, следует помнить несколько правил. Занимаясь съемкой дорог, никогда не летайте над дорогой. Пройдите одним проходом чуть левее, другим – чуть правее. Во-первых, вас таким образом сложнее обнаружить, во-вторых, у вас больше шансов сделать съемки артиллерийских позиций, которые довольно часто находятся недалеко от дороги. Особенно часто их делают в плохую погоду.

Летая над позициями противника, не стоит летать вдоль позиций, всегда проходите позиции поперек. Для захвата в кадр всех позиций совершайте несколько проходов. Снимая базовые лагеря, не стоит крутиться над самим лагерем, пройдите стороной. Даже если вас заметят, поразить цель с высокой угловой скоростью проблематично, а факт обнаружения себя противник может и не признать, ведь БПЛА прошел в стороне. Никогда не совершайте разворотов над самой целью, даже пусть предсказуемой. Все проходы делайте по прямой, разворот выполняйте издалека.

При повороте БПЛА увеличивает обороты двигателя, изменяется привлекающая внимание тональность работы двигателя, плоскость или борт БПЛА может отбросить отблеск - это демаскирует. Также следует понимать, что при развороте камера БПЛА, если она расположена стационарно, а не на подвесе, видит не то, что вы думаете. БПЛА может быть в каком-нибудь крене, во время съемки, что не позволит захватить площадь непосредственно под ним. Фотографируя землю с каким-то шагом, старайтесь получать изображение с накладкой, чтобы минимум 1 раз цель получилась четко.

В идеале нужно увидеть ту же цель из нескольких ракурсов. Но делая снимки слишком часто, вы загромождаете накопитель БПЛА не слишком информативными кадрами. Это не очень критично само по себе, но очень усложняет расшифровку полученной информации.

ВЫБОР ВРЕМЕНИ СУТОК 3.1

Выбирая время для полета, экипаж ориентируется на несколько факторов. Первый фактор - это погода. Погода может позволить БПЛА достигнуть необходимого района, отработать его и возвратиться.

III ЧАСТЬ

Следующий фактор, влияющий на информативность фотографии, – это тень. Тень, падающая от объекта, позволяет понять, что именно перед вами. Человеческое восприятие настроено на стереоизображение, которое пока для БПЛА недоступно. Тень придает изображению ощущение трехмерности, информацию, позволяющую идентифицировать объекты в трехмерном пространстве. Следя за длиной тени, можно делать выводы о реальных размерах необходимого объекта. Зная длину тени уже известного объекта (например, идеальная подсказка — столб ЛЭП), можно посчитать высоту других объектов на фотографии. Понять, какова на самом деле глубина колеи, можно только увидев тень. Некоторые объекты удается идентифицировать благодаря тени в разное время суток. Отсюда делаем вывод, что пытаться летать «дневному» аэроразведчику нужно тогда, когда тени самые большие. Если, конечно, разрешит погода.

3.2 ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ ФОТООБОРУДОВАНИЯ

Также нелишним будет понимание того, когда именно следует включать фотоаппаратуру. Чтобы избежать попадания фотографий наших позиций в руки противника (в случае аварии БПЛА за линией фронта), включение фотоаппарата во время вылета необходимо производить уже по линии соприкосновения. Прошли дружеские позиции – фотоаппарат включили. На обратном пути фотоаппарат можно и не выключать, время от времени информация о том, как смотрится своя позиция, бывает очень полезной для владельцев позиции. Увидев, как они выглядят сверху, хозяева позиции понимают, что необходимо скрывать от аэроразведки противника.

3.3 ОЧИСТКА БОРТОВОГО НАКОПИТЕЛЯ

Для исключения случаев попадания вашей разведывательной информации в руки противника необходимо взять себе за правило всегда удалять фото и

видеоматериалы с бортового накопителя после перенесения их себе на наземную станцию. В идеале, конечно, не просто удалять, а удалять без возможности восстановления, но для этого нужно время или несколько сменных карт памяти. Также не лишним будет очистить лог автопилота, поскольку в него записывается информация о каждом полете этого борта, точках взлета и посадки, маршрутах и т.д. При попадании в руки противника такой информации возможны неприятности. Как это делать и можно ли — необходимо уточнять у производителя БПЛА.

III ЧАСТЬ

БПЛА с установленным тепловизором является очень эффективным ночным аэроразведчиком. Но для эффективной работы экипажа нужна адаптация к ночным полетам. Дневной экипаж без опыта, скорее всего, улететь просто не сможет, также будут сложности с приземлением. Для приземления самолета нужны АНО – навигационные огни на борту, а коптеру понадобится ночная курсовая камера. Далеко не все экипажи могут посадить самолет, ориентируясь на АНО.

4.1 ПРАВИЛА ПОИСКА ЦЕЛЕЙ

Время максимально эффективной работы для БПЛА с тепловизором ограничено гораздо сильнее, чем у БПЛА с фотоаппаратом. Все дело в том, что после заката земная поверхность и предметы на ней остывают неравномерно, но довольно быстро. «Броня» в тепловизоре светится после заката ярче, чем земля, а после остывания становится темнее, чем окружающий рельеф. Полное охлаждение проходит в промежутке около 2-х часов максимум (время сильно зависит от температуры и погодных условий). Следы от людей и техники в тепловизоре тоже видны, но не все время, а несколько минут.

4.2 ПРАВИЛА ПОЛЕТОВ НАД ЦЕЛЬЮ

Во время ночных полетов основным демаскирующим фактором является звук. В ночное время, когда часто ветра просто нет, звук распространяется гораздо лучше. Поэтому над целью следует летать по прямой, без маневрирования и набора высоты. Все правила поведения над целью днем подходят и для ночных полетов.

РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЙ ВЫЛЕТ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ 4

ВЫМАНИВАНИЕ И ПСИХ. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ДРГ И ЗАСАДЫ 4.3

БПЛА, в частности коптерного типа (в идеале - с тепловизором) отлично справляются с поиском ДРГ и групп, проводящих разведку боем. Экипаж такого дрона располагается на опорном пункте, подходы к которому необходимо просматривать, и с помощью тепловизора обнаруживает противника. В случае применения противником средств тепловой маскировки практикуется способ выманивания. Суть метода состоит в том, чтобы на большой скорости, на удалении предельной дистанции поражения стрелковым оружием от предполагаемого местоположения ДРГ производится несколько проходов. Группа даже если не демаскирует себя, поймет, что она обнаружена и уйдет. В случае обнаружения группы возможна корректировка огня АГС или миномета, находящихся на опорном пункте.

БЕЗОПАСНОСТЬ 4.4

При работе непосредственно из опорного пункта необходимо принимать дополнительные меры безопасности. Стоять во весь рост на позициях — не лучший выбор пилота.

Настоятельно рекомендуется использование радиорепитера и работа по укрытию. Также следует помнить о радиобезопасности и возможном противодействии противника в радиоэфире.

III ЧАСТЬ

За исключением варианта использования коптера против ДРГ, вылет в коррекцию артиллерийского огня выполняется по уже разведанной и подтвержденной цели. Это позволяет рассчитать время пребывания над целью и правильно спланировать полет.

5.1 РАДИОБЕЗОПАСНОСТЬ

При выполнении вылета в коррекцию рекомендуется соблюдать дополнительные меры радиобезопасности. Есть смысл лететь к цели, не используя видеоканал, включать его непосредственно над целью, в начале корректировки. Это обеспечит дополнительную скрытность.

5.2 ПРЕДЕЛЫ ВИДИМОСТИ ЦЕЛИ ДЛЯ ПЕРВОГО ЗАЛПА И ПОСЛЕДУЮЩИХ СЕРИЙ

При пристрелке артиллерии по цели нужно видеть ситуацию вокруг цели, чтоб уверенно видеть, куда лег разрыв; для начальных выстрелов в квадрате хотя бы 800х800 метров, для следующего огня 400х400 вполне достаточно.

5.3 УТОЧНЕНИЕ ПОДЛЕТНОГО ВРЕМЕНИ И КООРДИНАЦИЯ С АРТИЛЛЕРИЕЙ

Перед началом стрельбы в артиллерии необходимо узнать подлетное время снаряда после выстрела, чтобы правильно рассчитать свои действия по оптимальному удержанию объекта в пределах видимости, а также для того, чтобы отличать свои разрывы вокруг цели от чужих. Необходимо предварительно обсудить с артиллерией вопросы организации и правила стрельбы.

ВЫЛЕТ НА КОРРЕКТИРОВКУ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОГНЯ 5

ПРАВИЛА ПРИСТРЕЛКИ ПО ЦЕЛИ 5.4

Перед стрельбой необходимо обсудить с артиллерией, что стрельба будет вестись только по команде. Никаких самостоятельных выстрелов, иначе корректировка будет невозможна. Перед вылетом нужно подать координаты цели артиллерии и услышать их доклад о том, что они привели и готовы стрелять. После этого БПЛА поднимается в воздух и вылетает в район цели. Когда экипаж убедится в наличии цели на месте и выстроит свой заход на цель, подобрав скорость и высоту таким образом, чтобы видеть цель максимально долго — артиллерии подается команда «одним снарядом огонь». Определяется отклонение разрыва от цели и подается на артиллерию. После того, как артиллерия скорректировала свои установки и доложила о готовности, производится следующий выстрел, но только по команде аэроразведчика, который должен предварительно выстроить следующий шаг на цель, чтобы обеспечить оптимальное наблюдение за разрывом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ СНАРЯДА, КОРРЕКТИРОВКА 5.5

При заходе на цель необходимо сориентироваться по сторонам света, чтобы понимать направление отклонения. Сориентировавшись, необходимо привязаться к характерным признакам-ориентирам. Стрелять в чистом поле, без ориентиров, кружа над целью - бессмысленно. Самолет на цель заходит с разных сторон или крутится, если позволяет высота, а без привязки к конкретным ориентирам очень сложно привязаться к сторонам света в таком режиме. Например, цель – позиции артиллерийской батареи, разведанные ранее. Есть подтверждение из передовой, что батарея оттуда открыла огонь. Передаем координаты артиллерии и делаем запрос о времени подлета. Артиллерия отвечает «подлетное время 40 секунд» и сообщает о готовности к стрельбе. Вылетаем. Над целью включаем видео, подтверждаем пребывание батареи противника. Делаем заход на цель таким образом, чтобы видеть квадрат 800 на 800 м вокруг цели через 40 секунд после

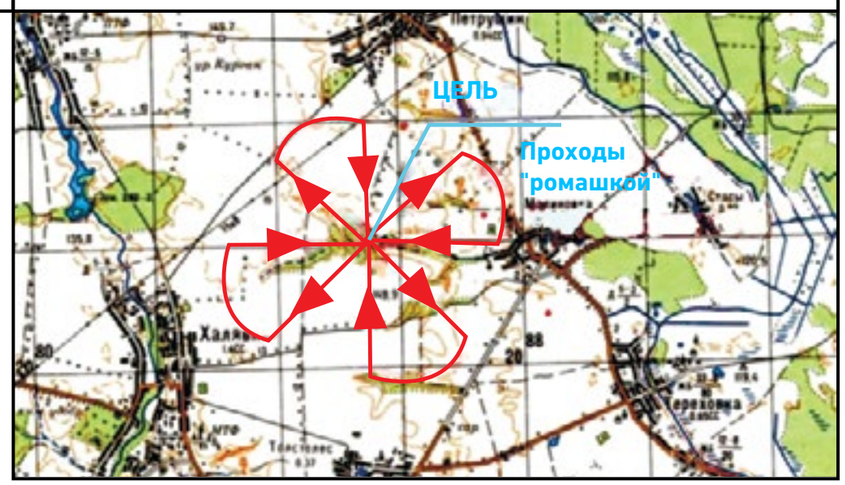
команды "огонь". Отмечаем ориентир «опора ЛЭП» к югу от цели. В расчетное время даем команду "огонь" артиллерии.

Замечаем разрыв. Соотносим разрыв с ориентиром и положением цели, например, снаряд отклонился на 200 метров к ЛЭП. Даем на артиллерию корректировку «север 200 наводи». Ждем от артиллерии «готов». Строим заход, чтобы видеть цель в квадрате 400х400 через 40 секунд после команды. По готовности даем команду «огонь».

5.6 ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ ЛА НАД ЦЕЛЬЮ, ПОСТРОЕНИЕ ЗАХОДОВ, СКОРОСТЬ, ВЫСОТА

Если позволяет погода, корректировку огня можно вести с высот более 600 метров, особенно не опасаясь зенитного огня противника и просто кружа над целями. Если погодные условия или тип аппарата не позволяет работать с таких высот, необходимо принимать меры методом «Ромашка», когда каждая последующий заход БПЛА на цель выполняется с ракурса, отличного от предыдущего.

«РОМАШКА»



Скорость на заходе выбирают минимально устойчивую и безопасную, ракурс первых заходов – против ветра или с небольшим боковым градиентом. Отработав, идут на следующий заход, прибавив скорости для уменьшения риска попасть под обстрел.

5.7 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ УСПЕХА КОРРЕКТИРОВКИ, ВОЗВРАЩЕНИЕ ДОМОЙ

После того, как разрыв лег примерно в 50 метрах от цели, дают команду «залп», если будет стрелять батарея, или серию в несколько выстрелов, если стреляет один ствол.

Корректировать огонь, переводя менее чем на 50 метров, невозможно по техническим ограничениям артиллерийских прицельных приложений. При попадании в цель факт фотографируется, на артиллерию дается команда «цель поражена», «прекратить огонь», аппарат возвращается на землю.

III ЧАСТЬ

Использование БПЛА для сопровождения колонн является одним из контрдиверсионных инструментов, который наряду с остальными применяется для повышения безопасности. Тема пока не очень популярна, но прецеденты использования уже есть. Здесь не будем описывать особенности применения коптера в составе главного дозора колонны, где все просто - лети и смотри за поворот. Здесь опишем особенности и правила применения БПЛА самолетного типа, применяемого для прохождения колонны из отдаленной позиции.

6.1 ВЫБОР СТАРТОВОЙ ПЛОЩАДКИ

Правила поиска стартовой площадки, описанные ранее, вполне могут быть применены и для задач сопровождения с единственной разницей – в данном случае удаленность от линии столкновения не имеет решающего значения, решающее значение имеет максимальная доступность ко всем участкам дороги по всему отрезку пути, по которому движется колонна.

6.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ МЕСТ ОБУСТРОЙСТВА ЗАСАД

Изучая район предстоящих полетов по карте, важно отметить пригодные для засады участки дороги. Как правило, это участки со сложным рельефом, лесные массивы, резкие повороты, мосты, возле которых есть удобная дорога для ухода диверсионной группы. Особое внимание необходимо уделять второй половине маршрута, участку дороги, что ближе к конечному пункту назначения.

ВЫЛЕТ НА СОПРОВОЖДЕНИЕ КОЛОНН 6

ПРАВИЛА ПОИСКА И ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАСАД 6.3

Засаду ищем по следам, которые оставили транспортные средства, по изменению характера придорожного рельефа, т.е. исследуем не только дорогу, а прежде всего, исследуем возможные пути эвакуации диверсионной группы из возможных для обустройства засады позиций. Вылетов на поиски засад необходимо производить несколько. Заранее облететь маршрут, расшифровать полученные данные, затем сверить их с теми, что будут получены из вылета, проведенного непосредственно перед выдвижением колонны.

ПРАВИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С КОЛОННОЙ 6.4

Необходимо обсудить способы и порядок связи с колонной по всему маршруту. Связь необходима как со старшим колонны, так и с дозорной группой, группой охраны и предоставленными подразделениями. Желательно установить связь с артиллерийской группой, которая будет готова помочь в случае необходимости, обсудить с ней порядок стрельбы и подачи команд (см. п. 3.8).

ПРАВИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ В НАЧАЛЕ И КОНЦЕ МАРШРУТА 6.5

Перед началом продвижения необходимо установить связь с головным дозором колонны, дать добро на прохождение. В дальнейшем в зависимости от движения колонны необходимо двигаться перед головным дозором. После прохождения половины пути осмотр следует начинать с конечного пункта маршрута. При достижении головным дозором конечного пункта внимание экипажа БПЛА переносится в хвост колонны для выявления отставших и сломавшихся единиц техники. Сопровождение колонны - это несколько часов работы, следовательно, несколько полетов. Поэтому экипажу очень важно правильно рассчитать

время и дистанцию для каждого и наблюдать за расходом и остатком заряда в полете. Каждый раз, идя на замену батарей, необходимо извещать старшего колонны или головной дозор каким-либо условным сигналом и уведомлять их по возвращении.

6.6 РЭБ - ВОЗВРАЩЕНИЕ И ПРОРЫВ

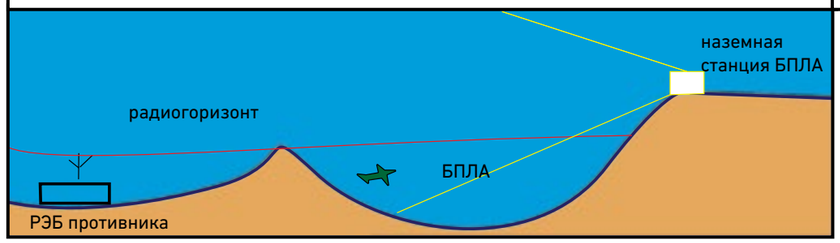
Каждый экипаж БПЛА рано или поздно столкнется с РЭБ противодействием противника. При этом, например, у войск Украины средств борьбы с РЭБ сейчас нет.

Поиск и уничтожение средств РЭБ с помощью артиллерии – одна из приоритетных задач экипажа любого БПЛА. Поэтому при расшифровке снимков и видеоинформации особое внимание необходимо уделять автотехнике с кунгами, вертикальным теням, которые могут оказаться тенями от антенн, отдельно технике, особенно стоящим парам грузовикам с кунгами. Один из них обычно машина РЭБ, второй – электростанция.

Для борьбы с РЭБ экипаж БПЛА может применять только разные методы маневрирования. Очень важно для этого правильно выбрать площадку, на которой установлена наземная станция управления. Для борьбы с РЭБ экипаж БПЛА может применять только разные методы маневрирования. Очень важна для этого правильно выбранная площадка, на которой установлена наземная станция управления. Используя природные укрытия и рельеф, можно отвести БПЛА за радиогоризонт системы РЕБ противника. Поэтому любое превышение площадки установки станции управления дает больший радиогоризонт, то есть несколько большие возможности ухода БПЛА вниз при попытке укрыться от РЭБ за рельеф.

При попадании в препятствия РЭБ необходимо принять решение либо о возвращении, либо о прорыве. Возвращать БПЛА нужно по прямой, не доводя ситуацию до летания кругами, поскольку каждый круг при заглушенном GPS дает 20 градусов ошибки к курсу. После того как аппарат начал кружить с заглушенным GPS, доверять можно только магнитному компасу, который рано или поздно даст ошибку из-за существенной разницы с показаниями GPS. Указание БПЛА «Лететь сюда» в таком

БОРЬБА С РЭБ



режиме необходимо давать, предварительно увеличив масштаб карты, чтобы уменьшить ошибку GPS. То есть, если для возвращения домой необходимо лететь на восток, мы убавляем карту и командуем БПЛА лететь куда-нибудь в Ростов, впоследствии смещая точку южнее или севернее, чтобы повернуть вправо или влево. И начинаем прижиматься к рельефу, то есть сбавлять высоту, не забывая при этом об особенностях рельефа. Вражеские средства РЭБ очень редко стоят на возвышенностях, поэтому радиогоризонт у них низкий. Прорываться через РЭБ помехи также можно подобным образом, главное быть уверенным, что помеха достаточно узкая. Большая скорость, меньшая высота, точка, к которой нужно лететь относится на удаление нескольких тыс. км. Крайне не рекомендуется неопытным экипажам устраивать подобные «битвы» с РЭБ противника.

Утратив связь с бортом, не следует отчаиваться. Старайтесь передать команду снова и снова, рано или поздно она пройдет. Возможно, не с первого раза, а с десятого. Старайтесь повернуть антенну в сторону предполагаемого местоположения БПЛА, старайтесь определить место источника сигнала точнее. Возможно, за антенной стоит попробовать добавить какой-то отражатель для улучшения сигнала (мы пытались даже использовать для этого пластину бронежилета, одетого на штурмана). Во всяком случае, за борт в воздухе следует бороться до конца.

III ЧАСТЬ

6.7 ТАКТИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ (ОБЩИЕ: ВЗЛЕТ, ПОСАДКА, НАБОР ВЫСОТЫ, ПОВЕДЕНИЕ НАД ЦЕЛЬЮ)

Для успешной работы на небольшом расстоянии от линии соприкосновения с противником следует знать некоторые правила, которые помогут избежать обнаружения. Для небольших коптеров, имеющих небольшой радиус действия, следует производить набор высоты на фоне каких-то высоких строений, линий ЛЭП, терриконов. Экипажу желательно поднять коптер на небольшую высоту, отогнать в сторону, а затем выходить на рабочую высоту. В обратном порядке производится приземление. Крайне нежелательно взлетать и садиться рядом с любыми военнослужащими, не важно, противник это или свои. Дружественные подразделения сбивают БПЛА эффективнее противника, поскольку над противником обстрел ожидаешь и маневрируешь. Если дружеский огонь начался, не пытайтесь сесть или лететь к себе, это просто небезопасно. Старайтесь подняться вверх и известить стреляющих.

Особенностью коптеров является низкая скорость снижения. Рекомендуется выполнять снижение по мере возвращения к месту приземления, убедившись, что это безопасно. Также не стоит забывать отключать навигационные огни.

При планировании миссий для самолетных БПЛА старайтесь избегать резких поворотов. Плавные повороты сэкономят батарею и не столько демаскируют БПЛА, сколько резкие изменения курса. Старайтесь не совершать долгих перелетов между точками маршрута, на некоторых прошивках автопилота отсутствует компенсация износа по ветру, поэтому во время движения БПЛА будет сдуваться, и к поворотной точке борт подойдет не так, как запланировано в маршрутной программе, а против ветра. Именно эта компенсация не работает при выполнении команды «Лететь сюда», представленной во время выполнения маршрута. Надо это учитывать.

ОБРАБОТКА ФОТО- И ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

ЧАСТЬ IV

IV ЧАСТЬ

Привезти разведданные – половина дела. Правильно расшифровать и обработать их – не менее важная часть работы, чем сам сбор.

ПРИМЕР РАЗВЕДДАННЫХ



Так выглядит техника, которая не видна, на первый взгляд. Она выдает себя по следам. Экипаж БПЛА проявил настойчивость, контролируя эту лужайку при малейшей возможности, и «подловил» БМП противника.

ПРИМЕР РАЗВЕДДАННЫХ



РАСШИФРОВКА ФОТОМАТЕРИАЛОВ 1

ПРИМЕР РАЗВЕДДАННЫХ



А это такая же, но уже правильно подмеченная техника.

Что можно сказать, глядя на эти фотографии? На первой фотографии техника выдает себя по следам, на второй фотографии техника выдает себя выхлопом, а на третьей ей уже не нужно выдавать себя. Что именно за техника была на третьей фотографии, можно определить по размеру, взяв за образец размера тень от столба, которая там четко видна. Задача аэроразведчика – ускорить переход состояния техники с первой и второй фотографии к третьей.

СЛЕДЫ, СВЕЖЕСТЬ, ГЛУБИНА 1.1

Лучшая подсказка аэроразведчику – след. Следует говорить о том, что предмет в кадре, похожий на технику, перемещался.

ПРИМЕР СЛЕДОВ ОТ ТЕХНИКИ



ПО СЛЕДАМ МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ СКЛАДОВ



Характерная вытоптанная площадка выдает место частых погрузки/ разгрузки и разворота транспорта.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ ВЫДАЛИ СВЕЖИЕ СЛЕДЫ ЗАЕЗДА НА БРОШЕННЫЙ ТЕРРИКОН



АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ ПОЗИЦИИ ВЫДАЮТ СЛЕДЫ ХАРАКТЕРНОГО РАЗВОРОТА ТЕХНИКИ



IV ЧАСТЬ

По цвету и глубине следа можно сделать вывод о давности.

СТАРЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СЛЕДЫ И СВЕЖИЙ КРУГ РАЗВОРОТА



ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И КОЛИЧЕСТВО СЛЕДОВ МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ ЧАСТОТУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ПОЗИЦИЙ



РАСШИФРОВКА ФОТОМАТЕРИАЛОВ 1

И даже тропы, по которым ходят пешком, а не ездят на технике, хорошо видны сверху и позволяют сделать вывод о местах нахождения позиций охраны и секретных объектов.

ПРИМЕР СЛЕДОВ ОТ ПЕШИХ ТРОП



РОЛЬ ТЕНИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПО ТЕНИ 1.2

ТЕНЬ ПРИДАЕТ ФОТОГРАФИИ ИНФОРМАТИВНОСТИ



ПОЗВОЛЯЕТ ОЦЕНИТЬ РАЗМЕРЫ ПРЕДМЕТА

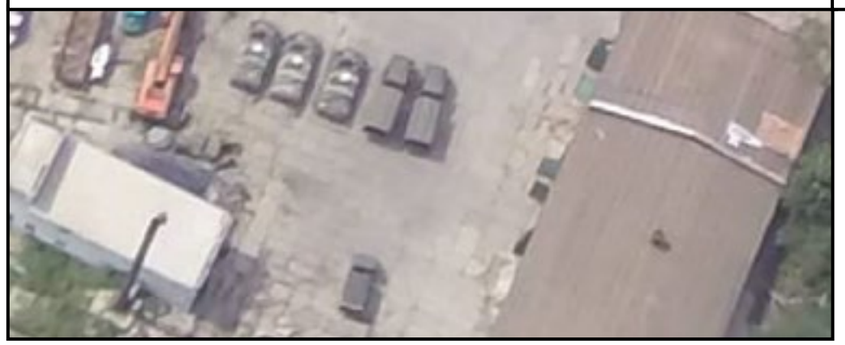


Здесь, зная высоту столба, равную 6 м, можно сказать, что дающий тень столб на блокпосту есть. А размер машины можно определить, сравнив ее с бетонными плитами перекрытия длиной 6 м, которыми накрыт блиндаж. По той же пропорции можно подсчитать размеры и других предметов на фото.

1.3 ПРОПОРЦИИ

Не зная точных размеров неидентифицированной техники, их можно оценить примерно по сравнению с размерами идентифицированной техники. Например, здесь на фото украинцы три машины с белыми кругами сверху сначала приняли за БРДМ. Однако, зная размеры автомобилей "Урал" и "КАМАЗ", они определили, что это точно не БРДМ, а БТР-97 "Выстрел".

ПРИМЕР РАЗВЕДДАННЫХ



1.4 ФИЛЬТРАЦИЯ В Ч/Б

Как один из способов, помогающих в расшифровке фотоматериалов, можно использовать изменение фотографии в черно-белый режим. Это убирает цветовой шум, позволяя различать линии техники более четко, а камуфляж, нанесенный на ткань, сильно осветляет, делая его заметным на фоне естественного цвета.

ПРИМЕР РАЗВЕДДАННЫХ В Ч/Б



IV ЧАСТЬ

2.1 РАСШИФРОВКА ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

Для расшифровки видеоматериалов используются те же методы, что и для фото. Для просмотра видео крайне желательно применять видеопроигрыватель, позволяющий просматривать снятый видеоматериал.

КОМПОНЕНТЫ БПЛА, КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ, КОМАНДЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

ЧАСТЬ V

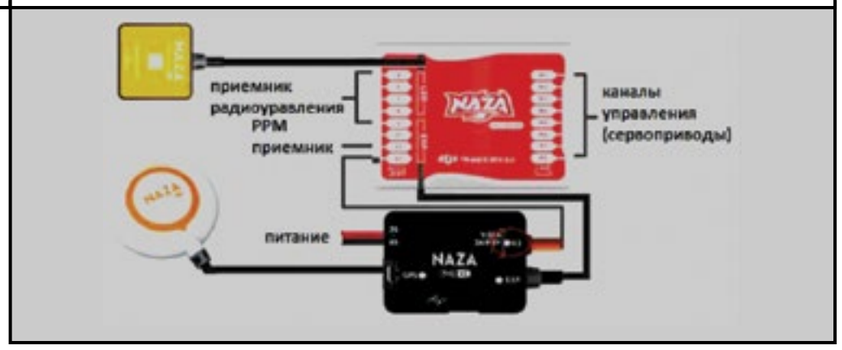
V ЧАСТЬ

1.1 АВТОПИЛОТ, ВИДЫ, РАЗНИЦА

Автопилотов для БПЛА придумано множество, обо всех говорить нет смысла. Остановимся на основных, наиболее часто используемых.

Коптеры в основном строятся с использованием автопилота от компании DJI, который называется NAZA. Практически идеальное решение для коптера. Закрытый исходный код, минимум настроек, решение в коробке – «купил и улетел».

АВТОПИЛОТ DJI NAZA



АВТОПИЛОТ ARDUPILOT



КОМПОНЕНТЫ БПЛА 1

Следующая рассматриваемая универсальная платформа с открытым исходным кодом, которая используется как для коптеров, так и для самолетов - ARDUPilot.

Построенный на чипе ATMega, недорог, имеет множество настроек, значение которых не всегда понимают даже разработчики. Экипажу БПЛА в настройку этого автопилота точно лезть не стоит.

Усовершенствованный ARDUPilot, построенный на более мощном процессоре, с лучшей логикой, что естественно отразилось на цене, называется Pix-Hawk, или PX4. Настраивается более сложно, чем предшественник.

АВТОПИЛОТ PIXHAWK/PX4



АВТОПИЛОТ CYCLOPS



V ЧАСТЬ

И последний из анализируемых – Cyclops. Особенность этого автопилота – программирование с экрана, без компьютера.

Наиболее популярные автопилоты — ARDUPilot и PX4.

1.2 РЕГУЛЯТОРЫ ОБОРОТОВ

Электронный регулятор хода или регулятор оборотов (англ. ESC, Electronic Speed Controller) – устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой. Различаются в зависимости от максимального рабочего тока, напряжения батареи, возможности работы от аккумуляторов разного типа и управления разными видами двигателей.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР ХОДА



ОБОРУДОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИИ 1.3

Модемы телеметрии отличаются рабочими частотами, мощностью и возможностью работы в защищенном режиме.

МОДЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ



НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПОКОЛЕНИЯ GPS, ИНЕРЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ 1.4

Из навигационного оборудования БПЛА используются несколько моделей GPS-приемников разных поколений и возможностью работы с несколькими спутниковыми навигационными системами.

Также для БПЛА используются системы инерционной навигации, системы видео-ориентирования, системы навигации по радиомаяку и т.д.

НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БПЛА



1.5 ПРИЕМНИК СИГНАЛОВ ПУЛЬТА УПРАВЛЕНИЯ



Различаются по рабочей частоте, количеству каналов, изготовителю.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ/СТАБИЛИЗАТОР В ЦЕПИ ПИТАНИЯ 1.6



В БПЛА применяют аккумуляторные батареи разного напряжения и разной емкости. Напряжение на батарее изменяется в зависимости от нагрузки на батарею и остаток заряда. Сложная электроника (автопилот, модуль телеметрии, GPS) не имеет встроенного стабилизатора или преобразователя питания. Чтобы подпитать электронику от тяговой батареи и не использовать дополнительную АКБ, предназначенную только для питания электроники, применяют преобразователь/стабилизатор или BEC (UBEC). Различаются они по мощности, напряжению на выходе и принципу работы.

1.7 КОМПАС, КАЛИБРОВКА

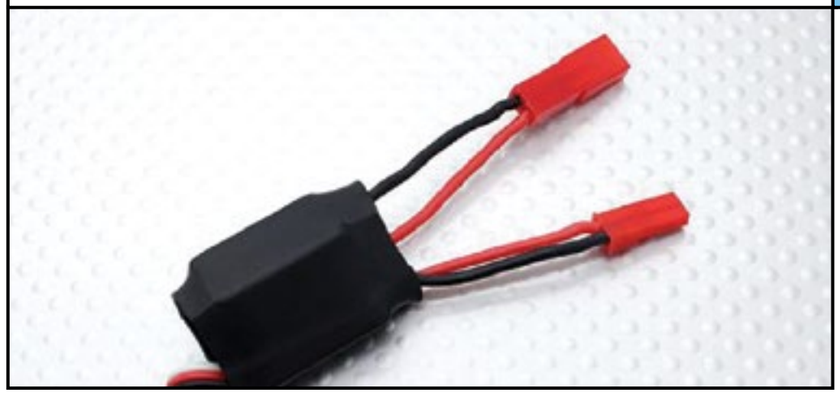
В составе комплекса "автопилот - GPS-приемник" задействован компас. В некоторых автопилотах он встроен, в некоторых вынесен в модуль GPS. Картинки приводить не будем, с виду обычная микросхема. Единственное, что необходимо знать о компасе, — он там есть (должен быть), и ему нужна калибровка. Калибровка компаса выполняется на разных типах автопилотов по разной процедуре.

1.8 СЕРВОПРИВОДЫ



Для управления элеронами, рулем высоты, рулем направления, в общем-то всеми подвижными элементами в БПЛА применяются сервоприводы. Различаются по нагрузке, быстродействию, материалу шестерен (пластик или металл), выполнению. Своим электромагнитным полем сервоприводы мешают работе любого радиооборудования БПЛА, и это вносит коррективы в размещение компонентов.

1.9 РЕЛЕ



Переключатели требуются для управления электрооборудованием. Например, для включения и выключения видеопередатчика в полете или для выбора одной из нескольких камер.

1.10 АККУМУЛЯТОРЫ



V ЧАСТЬ

Комплект оборудования наземной станции обычно состоит из компьютера или планшета, антенного блока и пульта управления. Типичные конфигурации расписывать бессмысленно, все зависит от производителя. Расскажем только о ролях составных частей и правилах поведения.

2.1 КОМПЬЮТЕР

Компьютер необходим для планирования полетной задачи, управления БПЛА во время задания, расшифровки привезенного фото-/видеоматериала, обслуживания бортовой фото-/видеоаппаратуры и хранения архива материалов. В зависимости от применяемого автопилота роль компьютера может изменяться (при полностью автономной работе БПЛА).

2.1.1 ПРИМЕНЯЕМЫЙ СОФТ

Линейка программного обеспечения может отличаться в зависимости от типа и модели БПЛА. Как правило, используется Windows для обеспечения работоспособности системы, полетный софт Mission Planner для управления летательным аппаратом и программа для просмотра и редактирования коллекции фото и видеоизображений, например, ACD See.

2.1.2 ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Об операционной системе напишем отдельно. На самом деле, не важно, что установлено на наземной станции Windows или Ubuntu Linux, функционал БПЛА не меняется. Операционная система только обеспечивает работоспособность комплекса. Какую именно систему использовать, выбирает, как правило, разработчик БПЛА.

КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ 2

При использовании в комплексе стандартного Mission Planner возможна самостоятельная переустановка ПО экипажем.

АНТИВИРУС 2.1.3

Настоятельно рекомендуется установить антивирусную программу для наземных станций на базе Windows из-за широкого распространения вирусов и вредоносных программ, работающих под этой ОС. Невозможно исключить возможность общения с чужими носителями данных при передаче фото и видеоматериала, поэтому существует опасность вирусной атаки.

АНТЕННОЕ ПОЛЕ 2.2

Антенны необходимы для обеспечения связи наземной станции с БПЛА. Бывают разные типы, подробнее в п.2. Для гражданских и полицейских комплексов допустимо применение антенн с трекерами. Принцип действия антенного трекера основан на том, что БПЛА передает блоку управления антеннами свои координаты, а блок управления вычисляет направление на передаваемые координаты и разворачивает туда наземное антенное поле автоматически, сопровождая БПЛА в течение всего полета. В случае возможного РЭБ противодействия этот комплекс применять нельзя.

ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ 2.3

Пульт управления применяется для ручного управления БПЛА, как правило, для контроля взлета и посадки. Возможны варианты с установкой систем ручного управления на больших дистанциях, тогда ручное управление становится доступным на любом отрезке пути БПЛА.

V ЧАСТЬ

2.4 УСТРОЙСТВА АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ

Необходимы для обеспечения питания наземной станции длительное время и зарядка ходовых батарей БПЛА в полевых условиях. В качестве таких устройств используют инверторы, работающие от авто батареи, либо мобильные электрогенераторы.

MISSION PLANNER 3

Для управления БПЛА существует несколько приложений. Практически каждый уважающий себя производитель выпускает свой софт для управления. Но безусловный законодатель в этой области – сообщество DiyDrones, выпустившее ПО Mission Planner. Это программа, которая свободно распространяется и постоянно усовершенствуется, исходный код выложен в интернете для свободного скачивания. Mission Planner умеет работать со всеми протоколами, которые используются в беспилотных комплексах и более или менее унифицирован под решение практически любой задачи. Поэтому экипаж, понимающий, как это работает и умеющий составлять полетные задания с помощью этого ПО, может легко использовать любой другой специализированный софт для планирования миссий от разработчиков БПЛА. Все существующие команды объяснять не будем, их там гораздо больше, чем это нужно обычному экипажу БПЛА. Объясним порядок построения полетного задания и правила пользования основными командами, с которыми точно придется работать. Для большинства БПЛА, возможно, даже это будет чрезмерно.

ТОЧКИ С КООРДИНАТАМИ 3.1

WAYPOINT (путевая точка – условно команда «лети сюда») – точка на карте с координатами и определенной высотой. Наличие строки WAYPOINT в полетной программе указывает, куда нужно лететь БПЛА. Этой точке можно задавать радиус, при заходе в который БПЛА сочтет эту команду выполненной и переходит к строке полета, которая наступает поочередно.

LOITER (лети сюда и крутись) – такая же точка на карте, как и WAYPOINT, но после достижения указанного радиуса БПЛА совершает полет по кругу.

LOITER_TURNS – указанное в параметрах количество кругов.

LOITER_TIME – будет крутиться указанное время.

LOITER_UNLIM – будет крутиться бесконечно (пока не получит другую команду вручную или не появится условие для аварийного возврата).

3.2 КОМАНДЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

DO_SET_CAM_TRIGG_DIST указывает дистанцию шага съемки и одновременно отдает команду до начала съемки. Пример: DO_ SET_CAM_TRIGG_DIST 400м — сделает снимок сейчас и будет делать снимки через каждые 400м.

DO_SET_SERVO — команда, отправляющая автопилоту в указанном канале управления совершить какое-либо действие.

Например, DO_SET_SERVO 10 2000 – отдает в 10 канал управления высокое значение. В логике БПЛА это примерно то же, что включить 10 выключатель.

Соответственно, DO_SET_SERVO 10 1000 — 10 выключатель. Высокое значение в данном параметре 2000 (включить), низкое 1000 (выключить). Причем не обязательно писать туда именно 2000 и 1000. Все, что выше 1500 – высокое значение, а все ниже – низкое. Принято в программе писать так, чтобы было проще проводить анализ логов. Каналов управления, к которым отдаются значения, может быть несколько.

Таким способом программа беспилотника управляет дополнительным оборудованием, например передатчиком видеокамеры, переключателем между несколькими камерами или вооружением.

3.3 ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КОМАНДЫ

TAKEOFF – команда начала программы. В качестве параметров туда задается угол тангажа и высота, по достижении которой команда считается выполненной. Угол тангажа уточняется у изготовителей БПЛА, высота зависит от условий миссии.

RTL — возврат к точке взлета. Конец миссии. БПЛА придет к точке взлета на высоте, установленной в автопилоте (обычно ставят 150 м) и будет кружить в ожидании команды на ручное управление с пульта.

ОЧЕРЕДНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ 3.4

Всегда первой строкой идет команда TAKEOFF.

Далее должна поступить команда с координатами WAYPOINT или LOITER, которая укажет, куда необходимо лететь БПЛА. Только потом можно задавать команду DO_SET, которая выполнится, когда беспилотник придет в какую-нибудь точку с указанными координатами. К тому же, команда DO_SET может быть только одна для предыдущей команды с координатами. То есть, чтобы выполнить еще какой-то DO_SET, необходимо задать новую точку WAYPOINT или LOITER.

RTL – последняя строка.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВРУЧНУЮ ПОДАННЫХ КОМАНД НА ЗАГРУЖЕННЫЙ МАРШРУТ 3.5

В процессе полета можно приостанавливать выполнение загруженного задания и лететь к точке, указанной на карте вручную. Можно управлять каналами (например, включать/выключать передатчик), не вмешиваясь в процесс полета БПЛА.

