

УЧЕБНЫЙ КУРС ПОДГОТОВКИ ПО ТЕМЕ БПЛА И ПИЛОТИРОВАНИЮ FPV-ДРОНОВ



ПРОГРАММА «БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ»



БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

1-ЫЙ И 2-ОЙ ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

01

Введение в курс

02

Виды БПЛА по конструкции

03

История БПЛА



01

ВВЕДЕНИЕ В КУРС

Курс обучения полностью бесплатный

Курс представляет собой онлайн лекции и материалы для самостоятельного изучения, для этого эфиры трансляции каждой лекции и вопросы для закрепления материала выкладываются в группе.



Эфиры и вопросы выкладываются в этой теме, необходимо зарегистрироваться

База знаний – 3-ий поток



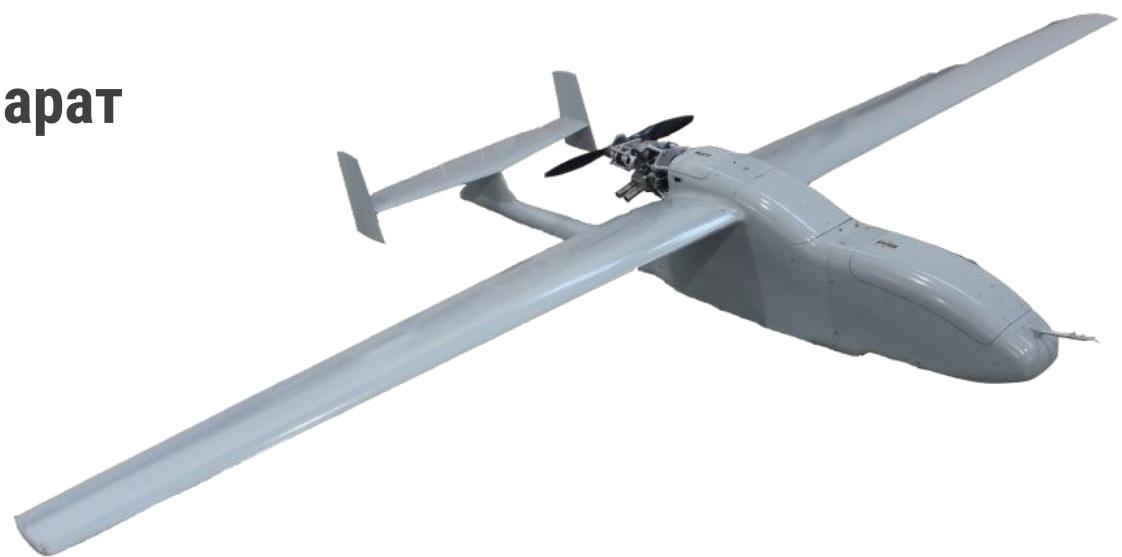
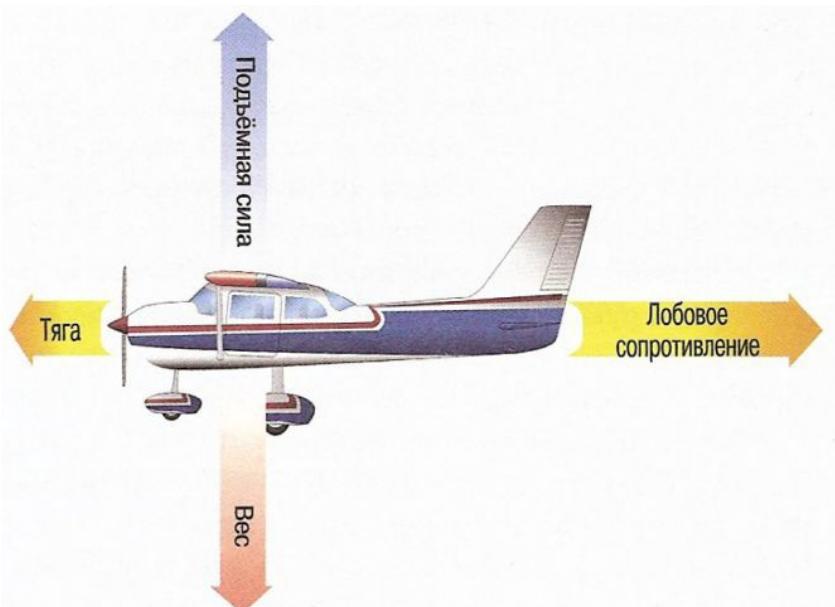
ВВЕДЕНИЕ В КУРС

БПЛА – беспилотный летательный аппарат

Летательный аппарат без пилота.

Управление осуществляется 3 способами:

1. По радиоканалу с пульта управления.
2. Программируется полетный контроллер и аппарат летит сам.
3. Комбинированный - сочетание двух этих способов.



Силы, возникающие в полете, на примере самолета:

1. Тяга
2. Лобовое сопротивление
3. Подъемная сила
4. Вес

ВВЕДЕНИЕ В КУРС

Условное разделение БПЛА по ТТХ на 4 группы

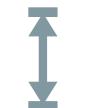
МИКРО



Вес меньше
10 кг



Время нахождения
в воздухе до
60 мин



Высота полета
1 км



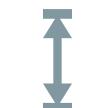
МИНИ



Вес до
50 кг



Время нахождения
в воздухе до
5 ч



Высота полета
3-5 км



СРЕДНИЕ



Вес до
1т



Время нахождения
в воздухе до
15 ч



Высота полета
10 км



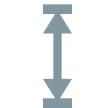
ТАЖЕЛЫЕ БЕСПИЛОТНИКИ



Вес превышает
1т



Время нахождения
в воздухе более
24 ч



Высота полета
20 км



ВИДЫ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

Классификация БПЛА по конструкции

1. БПЛА самолетного типа.
2. Мультироторные БПЛА
3. БПЛА аэростатического типа
4. Гибридные модели



БПЛА самолетного типа



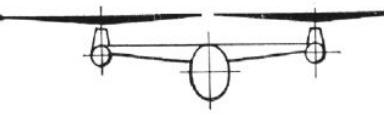
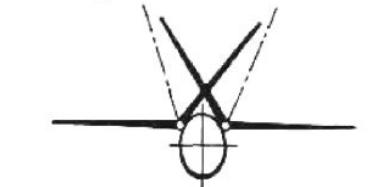
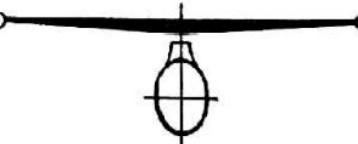
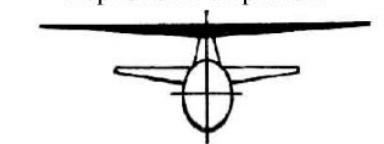
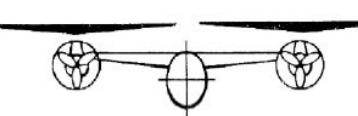
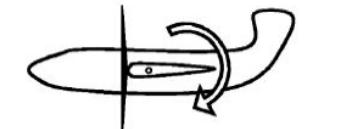
Мультироторные БПЛА



БПЛА аэростатического типа



Гибридные модели

Классическая одновинтовая схема с хвостовым рулевым винтом	Двухвинтовая соосная схема
	
Двухвинтовая поперечная схема	Двухвинтовая продольная схема
	
Схема с перекрещивающимися несущими винтами	Реактивные вертолеты
	
Вертолеты с крылом	Винтокрылы
	
Гибридные винтокрыльные аппараты: Автожиры	Конвертопланы
	
Многовинтовые вертолеты (мультикоптеры)	
	

ВИДЫ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

БПЛА самолетного типа

Подъемная сила создается аэродинамическим способом за счет напора воздуха, набегающего на неподвижное крыло.

Большая дальность полета, скорость и высота.

Обычно нужна катапульта или взлетно-посадочная полоса, но есть маленькие, которые могут быть запущены рукой.

При посадке БПЛА применяются уловители (сетки, тросы, парашюты, или посадочные полосы). К этому типу относятся БПЛА с применением эффекта Коанда.

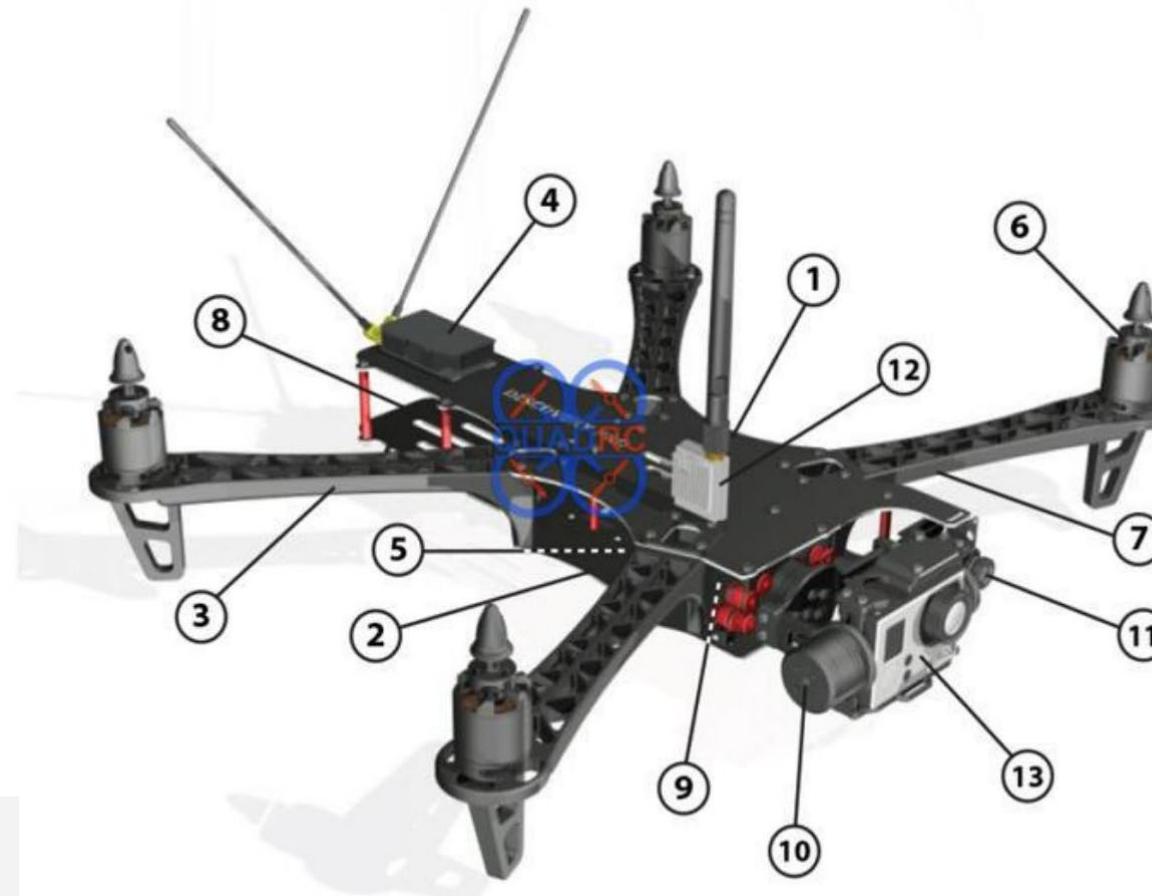


ВИДЫ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

Мультироторные БПЛА

К этой группе относятся БПЛА, имеющие 2 и более несущих винта.

Реактивные моменты уравновешиваются за счет вращений несущих винтов попарно в разные стороны или наклоны вектора тяги каждого винта в нужном направлении.



- 1 Верхняя пластина
- 2 Нижняя пластина
- 3 Лучи рамы
- 4 RC приемник
- 5 Полетный контроллер
- 6 Бескол. моторы
- 7 Регуляторы скорости
- 8 Аккумулятор
- 9 Встроенный модуль CORE и контроллер подвеса
- 10 Бесколлекторный мотор
- 11 FPV камера
- 12 Видеопередатчик
- 13 HD камера

ВИДЫ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

БПЛА аэростатического типа



Подъемная сила создается преимущественно за счет архимедовой силы, действующей на баллон, заполненным легким газом.

Этот класс представлен, в основном, беспилотными дирижаблями.

Преимущества: большая грузоподъемность, дальность и бесспадочность полета.

VORON

ВИДЫ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

Модели гибридного типа

Такие модели имеют признаки как самолетов, так и вертолетов.

Представлены автожирами и конвертопланами.

Автожир имеет схему, подобную самолету, у которого в качестве крыла установлен свободно-вращающийся винт.

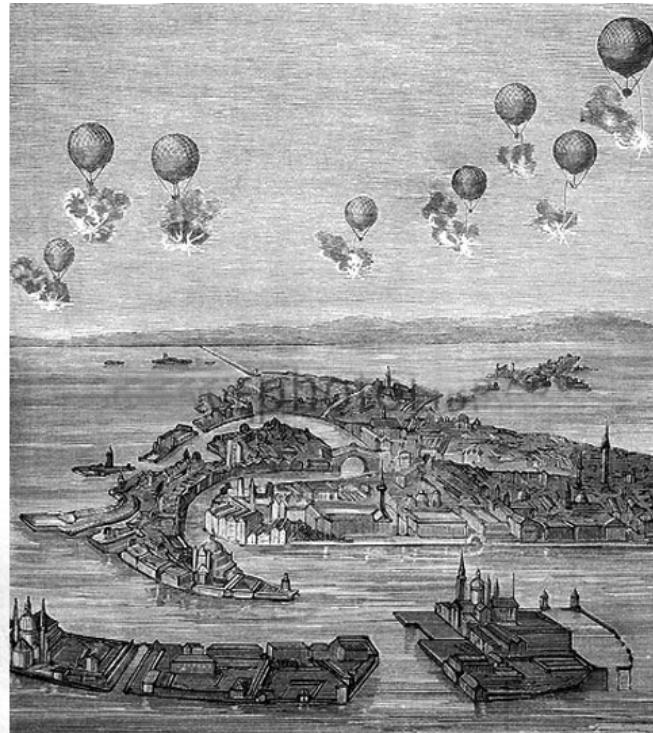
Конвертоплан - летательный аппарат с поворотными винтами, который на взлете и при посадке работают как подъемный, а в горизонтальном полете как тянувшие, при этом в полете подъемная сила обеспечивается крылом самолетного типа. Ведет себя как вертолет на взлете и посадке и как самолет при полете.



ИСТОРИЯ БПЛА

Применение беспилотный летательный аппарат и типа конструкции

История беспилотного воздушного оружия насчитывает уже более полутораста лет. В 1849 г. Венецианская республика восстала против австрийского владычества. Лейтенант австрийской артиллерии **Франц фон Юхатиус** выдвинул идею бомбардировать город с аэростатов. По его предложению, аэростаты должны были запускаться по ветру в сторону Венеции, и в расчётный момент времени специальное устройство отцепляло бы подвешенный взрывчатый заряд.



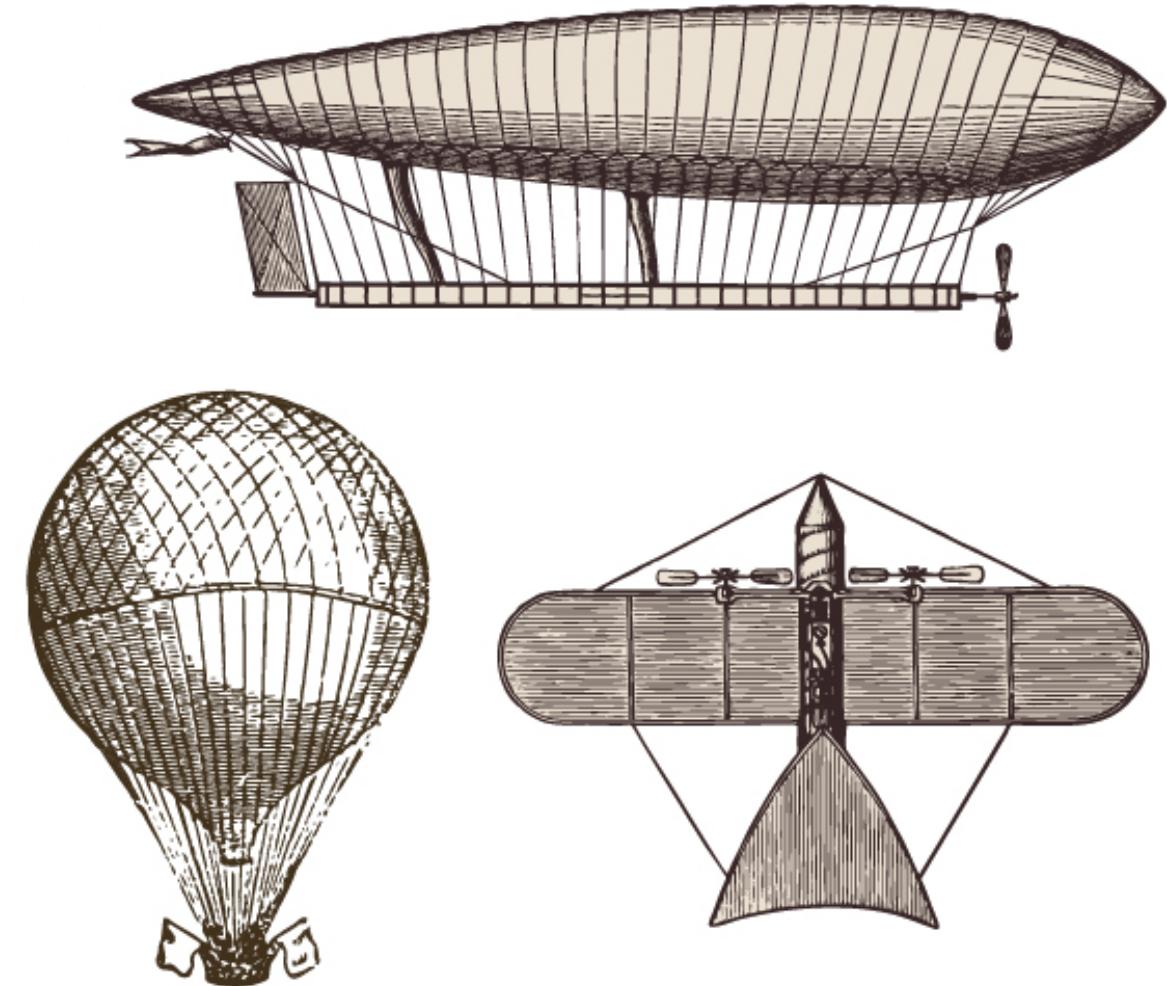
Идея заинтересовала командующего австрийскими войсками маршала **Йозефа Радецкого**, и тот приказал опробовать её на практике. **Это были БПЛА аэростатического типа.** Австрийцы привязывали к воздушным шарам бомбы весом 13 кг. В расчетный момент должны были сработать часовые механизмы, отпускающие взрывные устройства. Однако часто бомбы не долетали до цели, падали в воду или шар сносило порывами ветра.

ИСТОРИЯ БПЛА

«Победа улыбается лишь тем, кто способен предвидеть грядущие изменения в характере войны, но не тем, кто ждет появления изменений, а затем пытается к ним приспособиться».

Джулио Дуэ, «Господство в воздухе»

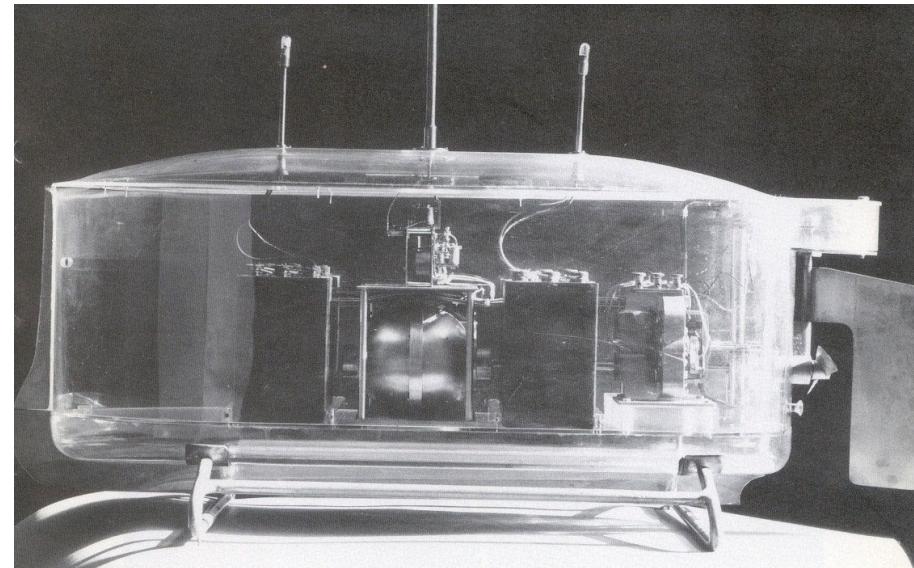
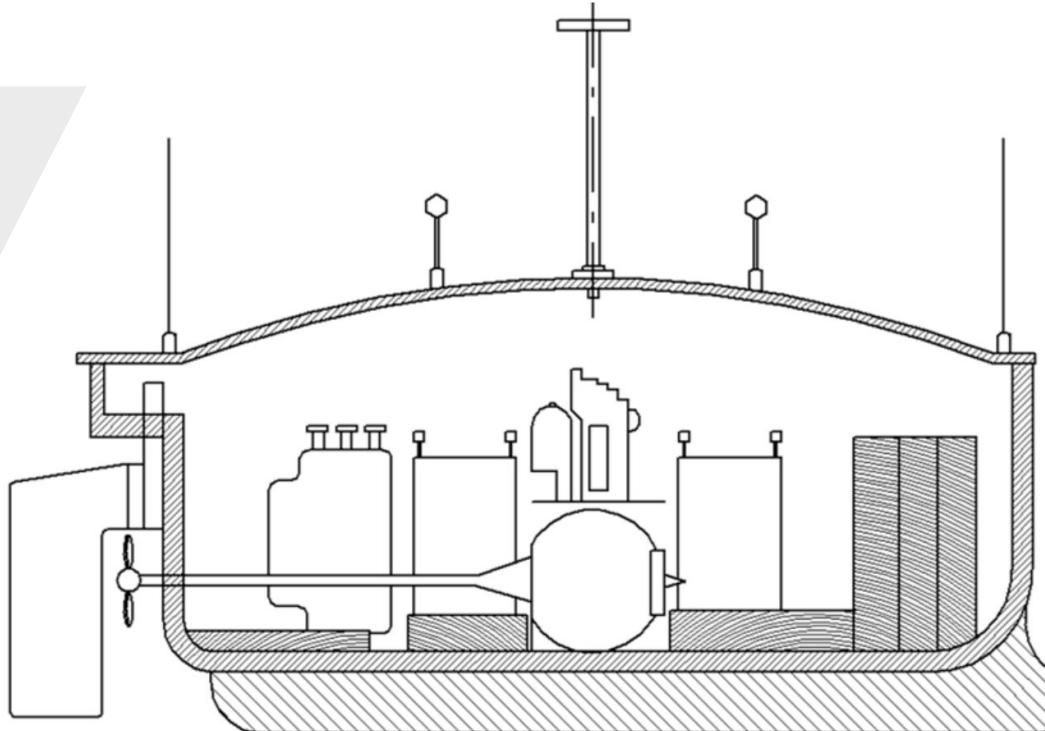
Кто пренебрегает историческим опытом, обречен вновь и вновь совершать старые ошибки. БПЛА в современных войнах в схемах оперативного построения массированного ракетно-авиационного удара тактические беспилотные ударные средства приобрели стратегический характер.



ИСТОРИЯ БПЛА

В сентябре 1898 года в Медисон-сквер-гардене (Нью-Йорк) проходила ежегодная электрическая выставка. На этой выставке **Никола Тесла** представил дистанционно управляемый кораблик.

Радиосигналы с пульта принимались антенной, установленной на кораблике, и затем передавались внутрь его, где некие устройства послушно выполняли все принятые сигналы. Это была первая радиоуправляемая модель.

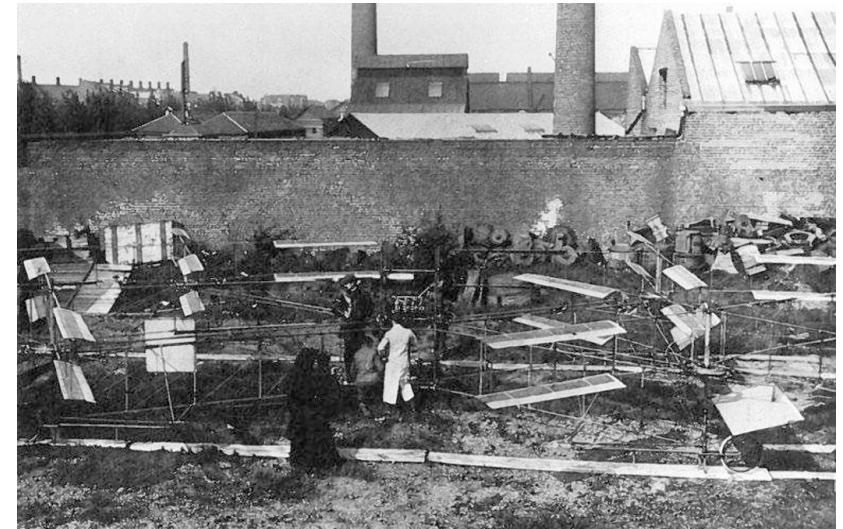
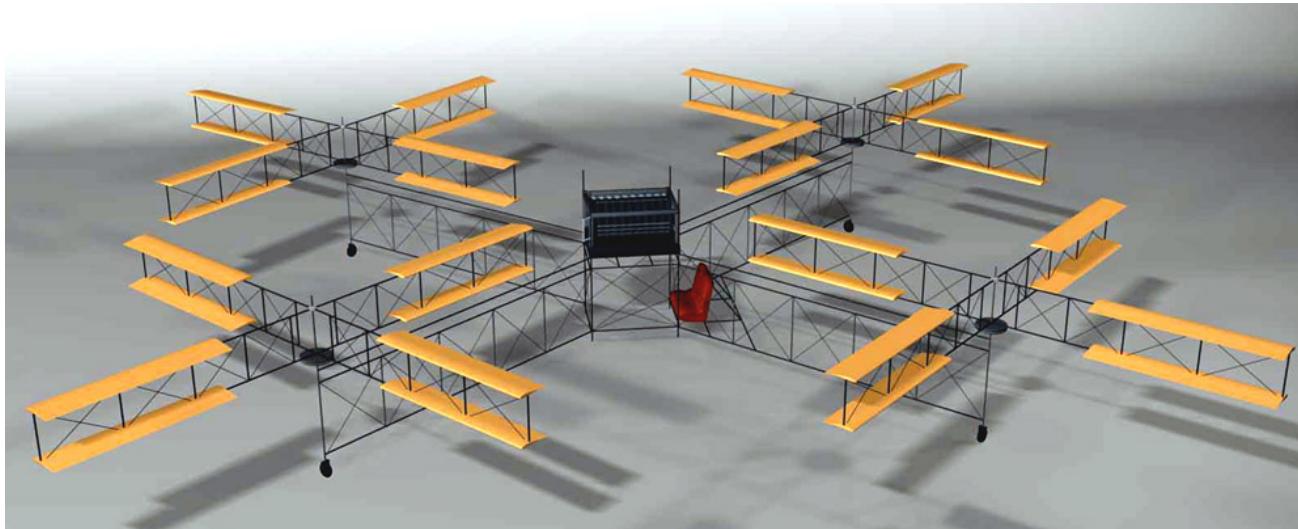


ИСТОРИЯ БПЛА

Применение аппарата мультироторного типа и его название

В сентябре 1907 года впервые в истории авиации геликоптер Луи Бреже мощностью установленного на нем мотора поднял человека в воздух. Аппарат построили братья **Жак и Луи Бреже** (Louis et Jacques Breguet) в сотрудничестве с профессором **Шарлем Ришем** (Charles Richet). Аппарат, названный авторами Жиропланом № 1 (Gyroplane № 1), имел 4 ротора с лопастями бипланного типа. Общая площадь 32-х лопастей составляла 26 квадратных метров.

Восьмицилиндровый поршневой двигателем Antoinette развивал номинальную мощность 44÷45 л.с. (максимальная - 50 л.с.), роторы вращались со скоростью 78 об/мин. При испытаниях сиденье пилота занимал инженер Волюмар (Volumard). 29 сентября аппарат массой 578 кг поднялся на высоту 1,6 м.



ИСТОРИЯ БПЛА

Период до и после Первой мировой войны

В период от зарождения идеи беспилотных летательных аппаратов до конца Первой мировой войны, прослеживается устойчивая закономерность переноса работ по созданию беспилотных крылатых летательных аппаратов (БКЛА) с винтомоторной группой с базы крылатых ракет на летательные аппараты с винтомоторной группой. Объединяющим фактором было то, что практически все БКЛА должны были стартовать с наземных пусковых установок. Отличие состояло в том, что если американские инженеры пытались с помощью радио управлять автопилотом на базе гиростабилизатора, то немецкие и английские конструкторы пытались передавать радиосигналы управления прямо на исполнительные органы БКЛА.

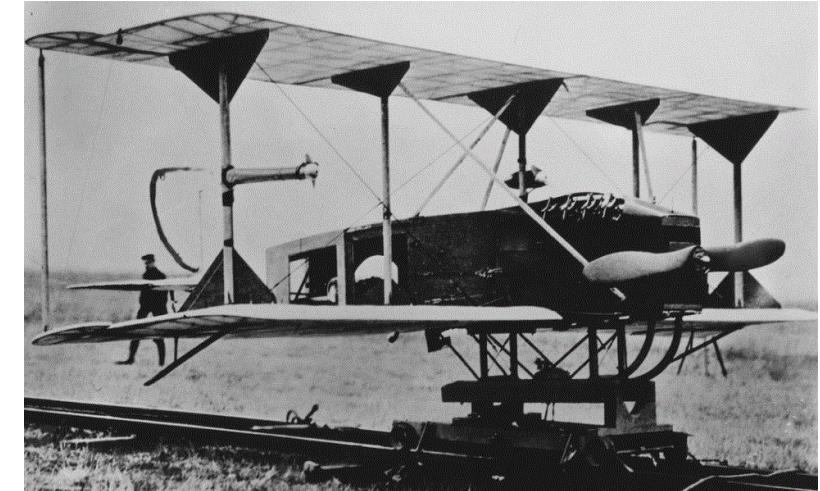
В 1916 г. военно-политическое руководство Германии приняло решение создать дешевый радиоуправляемый беспилотный самолет для дальней бомбардировки. Разрабатывал такой самолет А. Фоккер. Задачу следовало выполнить в очень сжатые сроки. Фоккер успел построить только буксируемый планер. На его базе была предложена планирующая бомба. В период между двумя мировыми войнами работы в области создания БКЛА велись во многих странах. Так, оставшиеся после войны уже устаревшие самолеты Е-1 союзники по Антанте переоборудовали в летающие бомбы. В 1923 г. в Германии под эгидой Министерства авиации началась разработка нескольких беспилотных, управляемых по радио самолетов.

ИСТОРИЯ БПЛА

1916 – 1920 годы. Гирокомпас и умные летающие бомбы

В 1917 году доктор Питер Купер и Элмер Сперри изобрели автоматический гиростабилизатор (гирокомпас), он позволял самолету удерживать заданное направление полета. В результате удалось превратить учебный самолет Curtiss N-9 в первую беспилотную летающую бомбу. Во время тестовых полетов самолет пролетел 50 миль с 300-ти фунтовым (136 килограмм) боеприпасом на борту, однако ему так и не довелось поучаствовать в боях.

12 сентября 1916 года состоялись испытания первого радиоуправляемого самолета-снаряда "Хевит-Сперри". В 1917 году была испытана "воздушная торпеда" - летательный аппарат конструкции одного из пионеров авиации - О. Райта (O. Wright) был оснащен аппаратурой фирм "Сперри гироскоп" (Sperry Giroscop) и "Дженерал моторс" (General Motors).



ИСТОРИЯ БПЛА

Принцип работы первого радиоуправляемого самолета - Королева пчел и его влияние на развитие беспилотной отрасли



По-настоящему прорывным для беспилотников XX века стал 1933 год, который официально считается родоначальником всех дальнейших разработок. Именно в этот год, силами инженеров Великобритании был разработан первый БПЛА многократного использования. Проект получил название DH.82B Queen Bee. Такого рода БПЛА представляли собой отреставрированные модели бипланов Fairy Queen, которыми дистанционно управляли с корабля по радио.

Этот беспилотник имел скорость до 170 км/час, максимальную высоту подъема 5000 м и являлся первым аппаратом с возможностью повторного использования, в том числе, в качестве воздушной цели при подготовке пилотов к воздушному бою. DH.82B Queen Bee служил BBC Англии с 1934 года по 1943 годы.

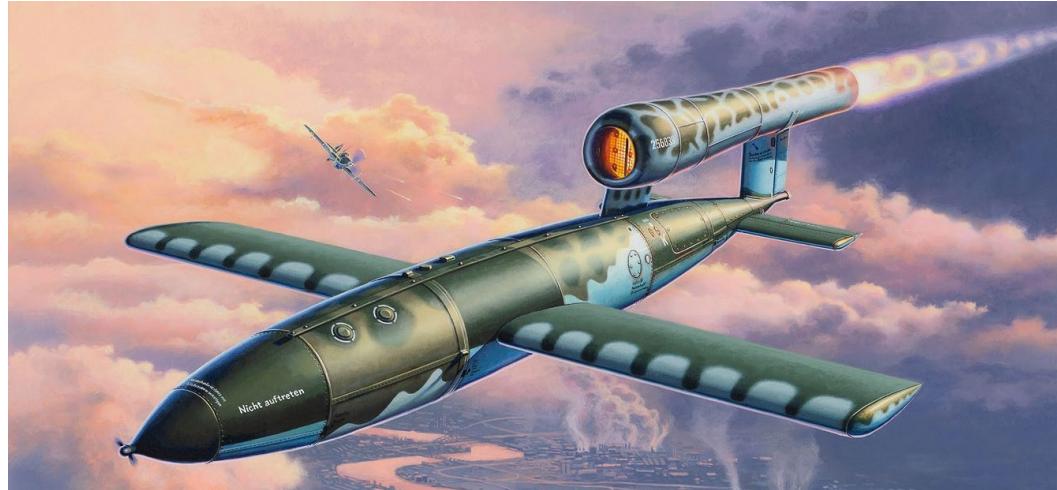
ИСТОРИЯ БПЛА

Фау-1 – Массовое применение в боевых действиях БПЛА

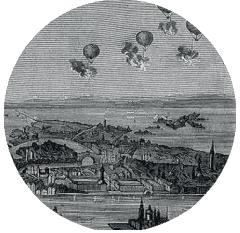
В 1941 году проект самолета-снаряда Fi-103 был представлен на рассмотрение Министерства авиации. Основным двигателем аппарата был пульсирующий воздушно-реактивный двигатель, созданный в 30-е годы немецким конструктором Паулем Шмидтом. Двигатель был воплощен в металле в 1938 году. Идея пульсирующего воздушно-реактивного двигателя (ПуВРД) была запатентована еще в 1906 г. русским инженером В. В. Караводиным

Серийное производство ракет началось в 1942 году на острове Узедом. Там был расположен концентрационный лагерь, нацисты активно использовали труд заключенных.

Боевое развертывание «Фау-1» стартовало в 1943 году. В июне 1944 года состоялось первое применение «Фау-1», немцы нанесли удар по английской столице.



ИСТОРИЯ БПЛА



1849 Г.



1898 Г.



1910 Г.



1933 Г.



1940 Г.



1930-40 ГГ.

Доставка австрийскими войсками бомб к осажденной Венеции спомощью воздушных шаров.

Никола Тесла разработал и продемонстрировал миниатюрное радиоуправляемое судно.

Американский военный инженер Чарльз Кеттеринг предложил, построил и испытал беспилотные летательные аппараты.

В Великобритании разработан первый БПЛА многократного использования, а созданная на его основе радиоуправляемая мишень использовалась в королевском флоте Великобритании до 1943 года.

Создание крылатой ракеты «Фау-1» – как первое массовое применение в боевых действиях беспилотных летательных аппаратов.

В СССР авиаконструктором Никитиным разработан торпедоносец-планер типа «летающее крыло», а к началу 40-х годов подготовлен проект беспилотной летающей торпеды с дальностью полета свыше 100 километров (однако в производство разработки запущены не были).

1970-1980 гг.

СССР был лидером по производству БПЛА для разведочных целей

1991 год

БПЛА использовались обеими сторонами во время войны в Персидском заливе

2008 год

Ударные БПЛА ВВС США показали высокую эффективность в Афганистане и Ираке

2013 год

БПЛА начинают использовать в мирных и коммерческих целях

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

3 - Й ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ



04

Основные нормативно-правовые
акты в сфере БАС

05

Согласование полёта и
разрешения

06

Санкции за нарушения правил

ПРАВИЛА И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ



Два основных документа, которые мы используем это Воздушный кодекс РФ (ВЗК) и Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (ФАП-138). Есть еще и третий документ – Правила государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации. Но эти правила учета есть прямое следствие некоторых статей ВК.



Государственный учет беспилотных воздушных судов осуществляет Федеральное агентство воздушного транспорта с использованием системы государственного учета данных о БВС, включающей в себя базу данных о БВС и информационного портала, являющегося функциональной подсистемой базы данных, опубликованного на официальном сайте Росавиации (www.favt.ru) в разделе «учёт БВС».



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

УВЕДОМЛЕНИЕ
о постановке на учет беспилотного воздушного судна

Учётный номер	0j02413
Дата постановки на учёт	28.10.2019
Тип (наименование)	Бобов Петр Альбертович БФ-109-Е
Серийный (идентификационный) номер	----
Максимальная взлетная масса	0,49 кг.
Владелец	Бобов Петр Альбертович

Уведомление сформировано с использованием Системы учета данных о беспилотных воздушных судах, ведение которой осуществляет Федеральное агентство воздушного транспорта в соответствии с Правилами учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658.

Начальник отдела государственной регистрации гражданских воздушных судов, прав и сделок с ними Управления инспекции по безопасности полетов

Г.И. Цвельева

ПРАВИЛА И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Нормативно-правовое регулирование использования воздушного пространства РФ

Использование воздушного пространства в границах населенных пунктов и как это соотносится с 150/250 граммами.

В марте 2022 были внесены изменения в ВЗК на основании Федерального закона от 14.03.2022 г. № 56-ФЗ, именно: в статье 33 (ВЗК РФ Статья 33. Государственная регистрация и государственный учет воздушных судов) изменили МВМ с 0,25 кг на 0,15 кг.

Обратите внимание, что изменения коснулись ТОЛЬКО УЧЕТА, изменения в ФАП-138, которые регламентируют ИВП изменения не вносились.

Статья 49 ФАП-138 осталась без изменений, т.е. ИВП в границах населенных пунктов производится с согласованием органов местного самоуправления только для БВС МВМ от 0,25 кг.

ПРАВИЛА И НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Порядок регистрации беспилотного воздушного судна



Для постановки беспилотного воздушного судна на учет владелец БВС представляет заявление о постановке БВС на учет с приложением фотографии этого беспилотного воздушного судна. Фотография БВС должна быть цветной на светлом однотонном фоне. Размер БВС, изображенного на фото, должен занимать не менее 70% от общего размера снимка и содержать изображение всех элементов конструкции БВС. Ракурс съемки, должен обеспечивать отображение всей видимой площади БВС, позволяющий провести его идентификацию.

Подать заявление можно одним из следующих способов:

- через Портал учета беспилотных воздушных судов <https://bvs.favt.ru/>
- через Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций) Российской Федерации (ЕПГУ);
- почтовым отправлением, самостоятельно или через курьерскую службу в Федеральное агентство воздушного транспорта по адресу: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 37, корп. 2. (на конверте отметить «Учет БВС»). Для получения дополнительной информации по учету БВС можно обратиться по телефонам: +7(800) 200-6-555; +7(495) 601-08-43.



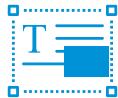
СОГЛАСОВАНИЕ ПОЛЁТА И РАЗРЕШЕНИЯ

Постановка на учет, согласование полета и получение разрешения



- Постановке на учет подлежат дроны весом от 150 граммов до 30 кг
- Поставка на учет осуществляется подачей заявления в офисе Росавиации, через Госуслуги или портал учета БВС.
- Заявление рассматривается в течении 10 дней.

При получении разрешения, БВС будет присвоен учетный номер, который нужно нанести на корпус не менее 3 раз.



Получать разрешение не нужно, если:

- Высота полета менее 150 м
- Полет проходит в светлое время суток
- Полет проходит вне диспетчерских зон аэропортов, вертолетных площадок, запретных зон и зон ограничения полетов
- Полет проходит вне зон городов и населенных пунктов
- Полет проходит вне зоны публичных мероприятий



Получать разрешение нужно, если:

- Вес БВС более 30 кг
- Высота полета более 150 м
- Полет в темное время суток
- Полет над населенным пунктом
- Полет в пределах запретных и охраняемых зон



Правила и условия разрешения на полёт зависят от региона РФ

СОГЛАСОВАНИЕ ПОЛЁТА И РАЗРЕШЕНИЯ

Получение разрешения на полёты

- Получить разрешение на полёты БВС от органа местного самоуправления (если полёты будут производится в пределах границ населенных пунктов)
- Первичное согласование полетов с РЦ ЕС ОрВД
- Составление представления на временный режим
- Отправка плана полета в РЦ ЕС ОрВД
получение разрешения на полет

Непосредственно полеты:

- За час до полета запросить разрешение на полеты в РЦ ЕС ОрВД
- После начала полета сообщить об этом в РЦ ЕС ОрВД
- После окончания полета сообщить об этом в РЦ ЕС ОрВД

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
на установление местного режима
в районе ответственности Московского ЗЦ ЕС ОрВД

С целью обеспечения безопасного использования воздушного пространства при выполнении полётов БВС (квадрокоптер, взлетная масса 3 кг; самолет, взлетная масса 1 кг) прошу Вас установить местный режим использования воздушного пространства восточнее деревни Н (Раменский район Московской области).

а) дата мероприятия:

основные дни: 30.11.2019, 07.12.2019
резервные дни 01.12.2019, 08.12.2019

б) границы района:

радиус 300 метров с центром в точке 00°00'00" 000°00.00', диапазон высот 119 - 219 метров (AMSL).

в) время начала и окончания мероприятия (UTC):
09:00 - 10:30

г) запретные зоны и ограничения в районе, в котором планируется установление местного режима:
отсутствуют.

д) воздушные суда, на которые режим не распространяется:

- БВС квадрокоптер взлетная масса 3 кг , рег. № 0000000
- БВС самолет, взлетная масса 1 кг , рег. № 0000000

е) порядок управления полётами БПЛА, участвующими в мероприятии:
Внешний пилот: Иванов Иван Иванович.

ж) руководитель мероприятия:
Иванов Иван Иванович

з) представление разработал:
Иванов Иван Иванович

Полеты проводятся в тестовых целях.

Приложение:

- карта-схема.

С уважением, Иван Иванов Иван Иванович.

Начальнику Московского ЗЦ ЕС
ОрВД Митронину И.Д.
от Иванова Ивана Ивановича.
моб. тел: 8(495)000-00-00
e-mail: ...@yandex.ru

СОГЛАСОВАНИЕ ПОЛЁТА И РАЗРЕШЕНИЯ

Проведение аэрофотосъемочных работ

- 1 Поставить на учет БПЛА, если его вес составляет от 150 г до 30 кг
- 2 Получить лицензию ФСБ
- 3 Получить разрешение на съемку:
 - Генерального штаба вооруженных сил РФ
 - территориальных органов безопасности ФСБ
 - оперативного управления штаба военного округа
 - местной городской администрации в случае полетов над территориями населенных пунктов
- 4 Подать представление в зональный центр Единой системы Организации Воздушного движения (ЕСОрВД)
- 5 За сутки до начала полета доложить в ЕСОрВД. Затем доложить об окончании полета
- 6 Пройти контрольный просмотр военного цензора в оперативном управлении штаба военного округа

1. Зарегистрировать БВС.
2. Получить лицензию у ФСБ.
3. Получить разрешения на съемку от:
 - Генерального штаба вооруженных сил РФ;
 - Оперативного управления штаба военного округа;
 - Территориальных органов ФСБ;
 - Местной администрации (если полет проходит над населенным пунктом);
4. Подать представление в зональный центр ЕС ОрВД на установление режима.
5. Подать план полета (также в ЗЦ ЕС ОрВД). Повторно подать план полета за сутки до начала выполнения работ. За два часа до проведения работ доложить о начале полета в ЗЦ ЕС ОрВД. После доложить об окончании.
6. Пройти контрольный просмотр военного цензора в оперативном управлении штаба военного округа.

Письмо в УФСБ РФ должно сопровождаться: копией директивы Генерального штаба ВС РФ, схемой планируемых работ, лицензией ФСБ РФ и копией договора с тем, в чьих целях будут выполняться данные работы. Адрес можно найти [здесь](#).

Разрешение на съемку оперативного управления штаба военного округа, в зоне ответственности которого находится снимаемый объект (в России четыре ВО: Западный, Южный, Центральный, Восточный + Северный флот).

К письму в военный округ уже прикладываются: копия разрешения Генерального штаба ВС РФ на проведение аэросъемки, копия лицензии Управления ФСБ России по городу и схема выполнения работ. Обязательно указать цель работ и какие БПЛА будут летать.

САНКЦИИ И ШТРАФЫ ЗА НАРУШЕНИЕ

Штрафы за нарушение порядка использования воздушного пространства



За полеты любых БВС без получения разрешения на использование воздушного пространства:

- штраф для физлиц – от 2 до 5 тыс. рублей;
- для должностных лиц – от 25 до 30 тыс. рублей;
- для юрлиц – от 250 до 300 тыс. рублей.

А если это действие повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью или смерть человека – лишение свободы на срок до пяти лет.

За полеты "тяжелых" БВС (свыше 30 кг) без регистрации, без сертификатов летной годности, без свидетельств пилотов предусмотрены аналогичные штрафы.



За нарушение закона о государственной тайне (выполнение аэрофотосъемки и использование ее материалов без соблюдения установленных правил) наступает гражданско-правовая ответственность по возмещению материального и морального вреда.

Административная ответственность:

- для физлиц – от 500 до 1 тыс. рублей;
- для должностных лиц – от 4 до 5 тыс. рублей.

А также в некоторых случаях можно стать фигурантом уголовного дела за госизмену, шпионаж, разглашение государственной тайны, незаконное получение информации, содержащей государственную тайну, нарушение правил обращения с документами, составляющими государственную тайну, и т.д.

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

4 - Й ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

07

Безопасность при эксплуатации

08

Безопасность при сборке

09

Безопасность в полёте



БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПЛА

Предполетная подготовка

Прежде, чем приступить к использованию БПЛА изготовленного заводским способом, необходимо внимательно изучить руководство по эксплуатации и комплект документов полученных с дроном. Внимательно осмотреть БПЛА на наличие дефектов и неисправностей.



- Обращайте внимание на все предупреждения, нанесенные на корпус БПЛА, аккумулятора, зарядной базы, а также изложенные в руководстве пользователя.
- Строго следуйте инструкции по зарядке аккумуляторов. Соблюдайте все указания по эксплуатации изделия
- Внимательно осмотрите место запуска и нахождения оператора

Первичная подготовка

1. Дрон – убедиться в затянутости гаек пропеллеров.
2. Провода – уложить в жгуты, закрепить стяжками. Укрепить болтающиеся провода.
3. Пропеллеры – установить. Затянуть гайки.
4. Проверить правильность установки пропеллеров.
5. Проверить, что вращению пропеллеров ничего не мешает, при необходимости – устранить помехи.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПЛА

Предполетная подготовка



Все работы по сборке/разборке ВС, смене/обслуживанию ПН, извлечению/вставлению карт памяти производятся при отключенном электропитании борта (аккумулятор отключен).

Необходимо отличать заводской дрон от кастомной (самосборной) модели.



Что взять с собой (у каждого он свой):

1. БПЛА.
2. Пульт с батарейками.
3. Аккумуляторы.
4. Зарядное устройство.
5. Мультиметр или другой измеритель напряжения.
6. Запасные части.
7. Изолента, ножницы, отвертка.



БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПЛА

Предполетная подготовка

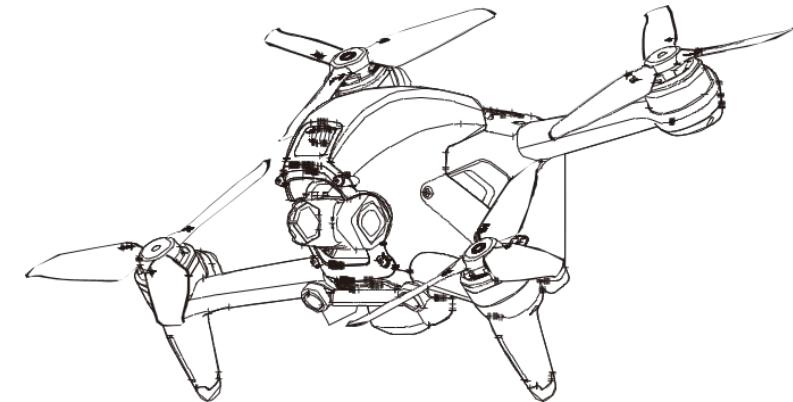
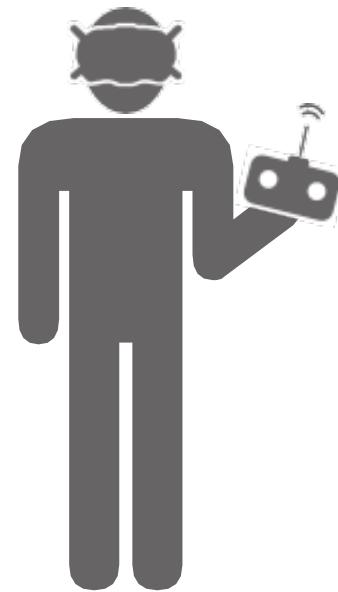
1. Заряжайте аккумулятор (-ы) квадрокоптера до 100% перед каждым полетом. Контролируйте заряд аккумуляторов. Заряжайте аккумуляторы только оригинальными зарядными устройствами.
2. Зарядите аккумулятор пульта (если он встроенный) до 100%. Всегда контролируйте заряд пульта.
3. Проверьте, что лопасти установлены правильно, в противном случае дрон может перевернуться при взлете. Нет ли на лопастях царапин, сколов или трещин, если есть повреждения, замените нужное количество лопастей.
4. Разложите лучи квадрокоптера, если у вас складная конструкция. Чаще всего дрон раскладывается с лучей с ножками.
5. Большинство дронов включается одним коротким и вторым длинным нажатием на аккумулятор. То же самое и пульты (аппаратуры управления).
6. Если вы видите, что горизонт завален – откалибруйте подвес.
7. Откалибруйте компас квадрокоптера.
8. Удостоверьтесь, что дрон нашел нужное количество спутников и перешел в режим GPS.
9. Взлетайте аккуратно, первые свои полеты, завешивайте дрон на безопасном расстоянии, чтобы проверить, что его не тянет в стороны и все работает в штатном режиме.
10. Если у вас дрон без датчиков препятствий или машинного зрения, всегда оценивайте количество препятствий вокруг и выставляйте правильную высоту возврата домой.
11. Если во время самодиагностики или во время полета дрон выдает ошибки или уведомления, внимательно прочитайте их и выполните требования дрона.
12. Всегда контролируйте в рабочем режиме полет и телеметрию с дрона.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БПЛА

Безопасность перед взлётом

- Все присутствующие люди находятся за спиной. На расстоянии 10 метров спереди и сбоку нет людей.
- Располагать зрителей за спиной пилота или за линией, проходящей через оба плеча пилота за спиной пилота.
- Не допускать выхода зрителей в полусферу перед лицом пилота.
- Знать и помнить время полета, на которое рассчитан данный коптер и его аккумулятор.
- Стоять на расстоянии не менее 3 метров от коптера.
- Взлетать с земли с ровной площадки, на расстоянии не менее 3 метров от препятствий.

Убедившись, что все пункты выше выполнены, выполнить процедуру включения и переходить к взлету.



БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СБОРКЕ БПЛА

Техника безопасности при сборке и техническом обслуживании БПЛА

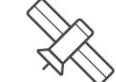
1. При работе с БПЛА соблюдать требования Инструкции по эксплуатации.
2. Зарядку аккумуляторных батарей проводить только в специально отведенных местах, соблюдая требования техники безопасности при эксплуатации аккумуляторных батарей данного класса и убедившись в отсутствии людей, не связанных с проведением данных работ, на расстоянии не менее 5 метров.
3. Запрещается эксплуатировать аккумуляторные батареи при обнаружении механических повреждений защитной пленки, вздутии пластин, появлении характерного запаха химической реакции.
4. При обнаружении неисправности или внештатной ситуации при сборке немедленно прекратить процесс и провести комплекс мероприятий по её устраниению.
5. При возникновении ситуаций неконтролируемых реакций аккумуляторных батарей в процессе зарядки (повышение температуры, вздутие, открытая химическая реакция), немедленно перекрыть процесс и изолировать аккумуляторную батарею, поместив ее в контейнер. Тушение пожара производить углекислотным огнетушителем, землёй или накрывая брезентом.
6. При получении травмы оказать первую доврачебную помощь пострадавшему, вызвать врача. До прихода врача оказывать помощь, исходя из состояния пострадавшего.
7. По окончании работы свернуть комплект согласно инструкции по эксплуатации, снять аккумуляторную батарею с БПЛА, провести зарядку батареи и убрать ее в контейнер. Хранение аккумуляторной батареи в свободном доступе запрещается.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОЛЕТЕ

Безопасность в полете



Выполняйте полеты на открытых участках



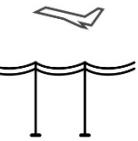
При сильном сигнале спутников



Выполняйте полет только в пределах прямой видимости



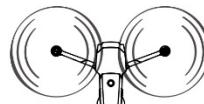
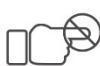
Выполняйте полет на высоте ниже 120 м (400 футов)



Следует избегать полетов над или в непосредственной близости от препятствий, скоплений людей, высоковольтных линий электропередачи, деревьев и водоемов. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** выполнять полеты близко от таких источников сильного электромагнитного поля, как линии электропередачи и базовые станции, т. к. они могут влиять на работу встроенного компаса.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать дрон в неблагоприятных погодных условиях, таких как дождь, снег, туман и при скорости ветра более 10 м/с или 22 миль/ч.



Зоны, запрещенные для полетов

Не приближайтесь к вращающимся пропеллерам и электродвигателям.

- Выполнять все указания лётного инструктора.
- Летать только в обозначенной зоне и не допускать вылета за её пределы. Не залетать за собственную спину.
- При обучении полётам летать на уровне ниже собственного роста.
- Летать рядом с собой на расстоянии, на котором вам видна ориентация коптера в пространстве. В случае сомнений в ориентации коптера немедленно выполнить посадку на месте. Не пытаться взлететь. Подойти ближе к коптеру и выполнить взлёт.
- При управлении все движения стиками выполнять аккуратно и плавно. Не допускать резких движений. При необходимости изменить направление полёта двигать стиками следует энергично, но не резко. Летать следует осторожно и выполнять только те элементы, в которых нет сомнений. Запрещается выполнять фигуры пилотажа, в успехе которых возникают сомнения и фигуры, связанные с риском.
- Соблюдать скоростной режим. Скорость полёта коптера держать в пределах скорости идущего человека.
- Вернуть коптер к месту посадки к рассчитанному времени, не допускать полной разрядки аккумулятора в полёте. Посадку выполнять только на ровную открытую площадку вдали от препятствий.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОЛЕТЕ

Действия в экстренных ситуациях

В случае происшествия, не нанесшего травм

Отключите аккумулятор, если это возможно. Следите за аккумулятором на предмет вздутия и / или возгорания При необходимости запишите свидетельские показания. Сфотографируйте место происшествия, чтобы показать положение БПЛА. Убедитесь, что все отснятые материалы сохранены для демонстрации в качестве доказательства. Зарегистрируйте подробности аварии и сообщите при необходимости. Если присутствует нагрев, дым или пламя от аккумулятора, не прикасайтесь к нему руками, используйте огнезащитные перчатки.

Потеря мощности или отказ аккумулятора БПЛА

В случае потери мощности на полетном контроллере или двигателях, БПЛА может упасть, в случае отсутствия горизонтальной скорости – упасть вертикально вниз. Важно, чтобы зона под БПЛА оставалась чистой и чтобы люди в этой зоне знали о потенциальном риске.

Пожар в полёте

Если управление по-прежнему возможно, попытайтесь посадить дрон вдали от экипажа на негорючую поверхность.

Пожар на земле

Дайте аккумулятору прогореть. При необходимости предотвратите распространение пламени с помощью огнетушителя / противопожарного полотна. Избегайте вдыхания дыма, поскольку дым токсичен. Если это безопасно, используйте огнетушитель для пожаров класса D (пожары металлов).

БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОЛЕТЕ

Действия в экстренных ситуациях



- При попадании в метеорологические условия, к полетам в которых беспилотный летательный аппарат не приспособлен, примите все возможные меры к выводу беспилотного летательного аппарата из них, и примите решение о продолжении или прекращении полетного задания, учитывая воздушную обстановку, метеоусловия и оставшийся заряд аккумуляторов;
- При отказе систем связи с беспилотным летательным аппаратом зафиксируйте точку местоположения аппарата во время потери связи и последние совершаемые действия аппарата, его скорость, высоту, направление полета, оставшийся заряд батареи и соответствующее оставшееся время полета. Если по истечении предполагаемого оставшегося времени полета связь с аппаратом не восстановилась, предпримите меры по поиску и спасанию аппарата;
- При отказе другого оборудования беспилотного летательного аппарата предпримите все меры по экстренной посадке борта, исключив свободное падение аппарата.

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

5 - Й ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ



10

Каналы

11

Частоты

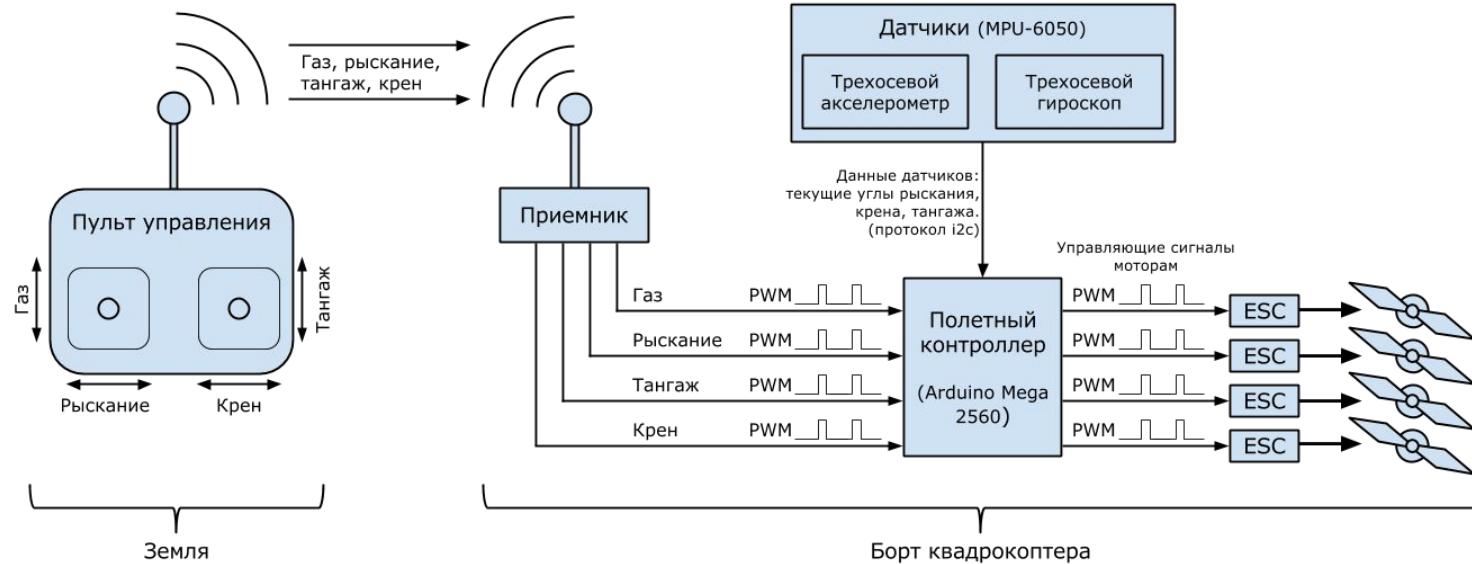
12

Ремкомплект

КАНАЛЫ

Каналы управления, передачи данных и видео

FPV – это сокращение от англ. First Person View (вид от первого лица) и представляет собой способ управления БПЛА с помощью видеокамеры на борту, которая в реальном времени передает видеоданные пилоту мультикоптера, что позволяет управлять квадрокоптером вне поля человеческого зрения. **Биндинг (англ. Binding)** – процесс установки постоянной связи (привязки приемника к передатчику). После этого приемник воспринимает команды только от этого передатчика, игнорируя все остальные. Это одна из причин, почему на частоте 2,4 ГГц одновременно могут работать множество передатчиков.



КАНАЛЫ

Каналы управления, передачи данных и видео

Данная технология позволяет осуществлять приём с БПЛА видео изображения по дополнительному видео-радиоканалу в режиме реального времени, то есть пилот управляющий дроном, видит изображение, получаемое с видеокамеры при помощи устройств отображения (телефонов, мониторов, видео-очков). Основное назначение технологии FPV заключается в возможности управлять беспилотником на больших расстояниях и просматривать в режиме реального времени картину, захватываемую камерой.

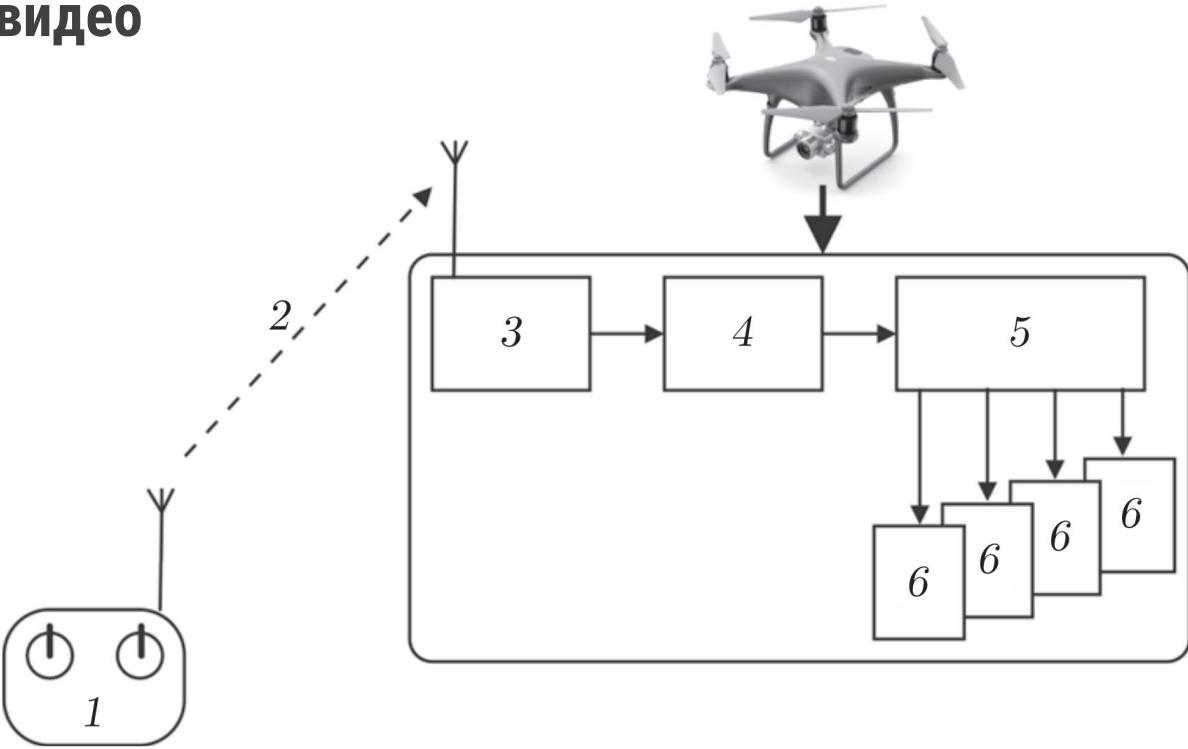
С пульта управления подаются заданные команды на приемник БПЛА, после приема данные передаются на полетный контроллер, который включает в себя реализацию и распределение всех основных функций мультикоптера. На основе принятой команды и показаний датчиков, которые реализованы на конкретном аппарате, встроенное программное обеспечение на основе определённого алгоритма отправляет управляющие сигналы на двигатели БПЛА. Следовательно, полетный контроллер является своего рода «мозгом» летательного аппарата.



КАНАЛЫ

Каналы управления, передачи данных и видео

В общем случае аппаратура радиоуправления состоит из пульта радиоуправления (передатчика) и приемника. Основными параметрами является протокол кодирования сигнала и количество каналов передачи команд. Протокол кодирования сигнала означает способ, которым команды, полученные с органов управления пульта, «упакованы» в поток данных, проходящих через радиоканал. При разработке протоколов руководствуются помехоустойчивостью и плотностью потока информации. Протокол передатчика и приемника радиосигнала должны быть одинаковыми. Параметр, который принципиально важен, – количество каналов.



Стандартная схема управления квадрокоптером:

1 – 13-канальный пульт дистанционного управления, 2 – радиосигнал, 3 – приёмник команд, 4 – полётный контроллер, 5 – контроллер управления двигателями, 6 – винтомоторные группы

КАНАЛЫ

Каналы управления, передачи данных и видео



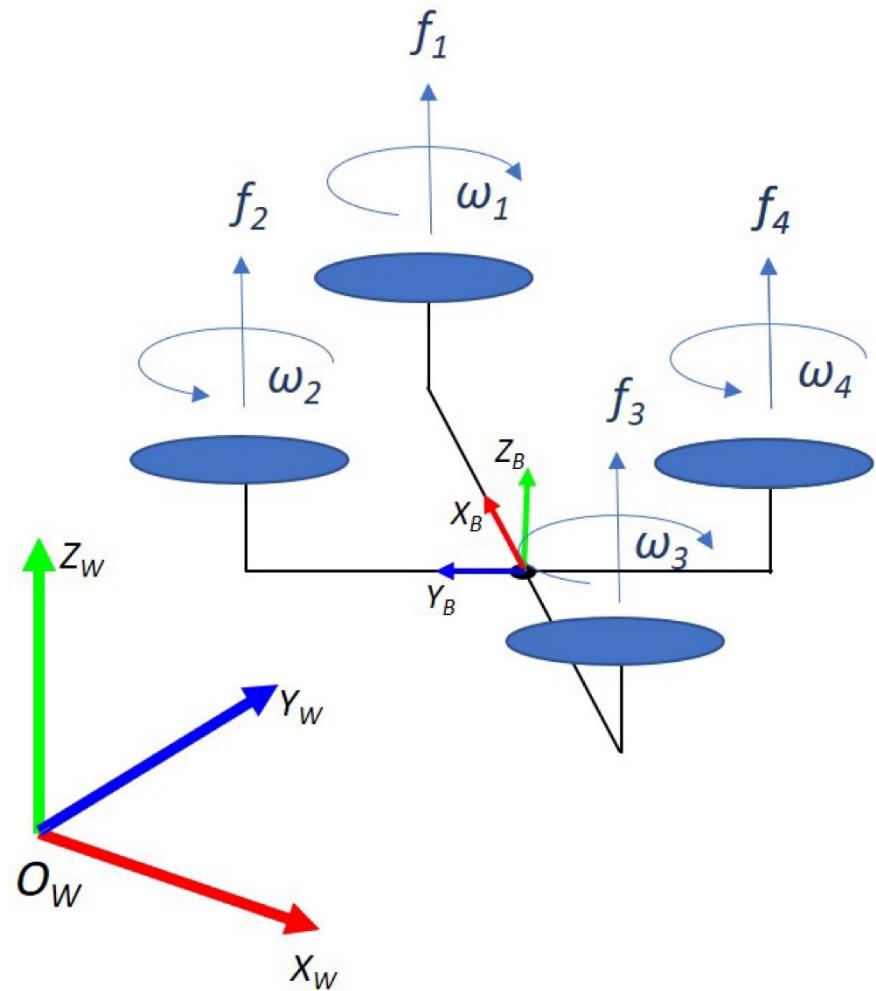
Для управления квадрокоптером нужно минимум четыре канала:

- общий газ;
- тангаж;
- крен;
- рысканье.

Этого мало. Нужны каналы для управления включением сенсоров и режимов полетного контроллера (удержание высоты по барометру, включение/выключение компаса, удержание позиции или возврат домой по GPS). Могут понадобиться каналы для управления бортовой видеокамерой, бортовыми огнями или включения системы поиска упавшего аппарата. Комфортное управление квадрокоптером начинается при восьми и более каналах.

Количество каналов приемника и передатчика не обязательно должно совпадать, если ваш приемник поддерживает 8 каналов, а передатчик 12, то значит у вас в распоряжении 8 каналов.

Каналы управления, передачи данных и видео



Полётные режимы – модель поведения квадрокоптера. От выбранного полётного режима зависит простота управления.

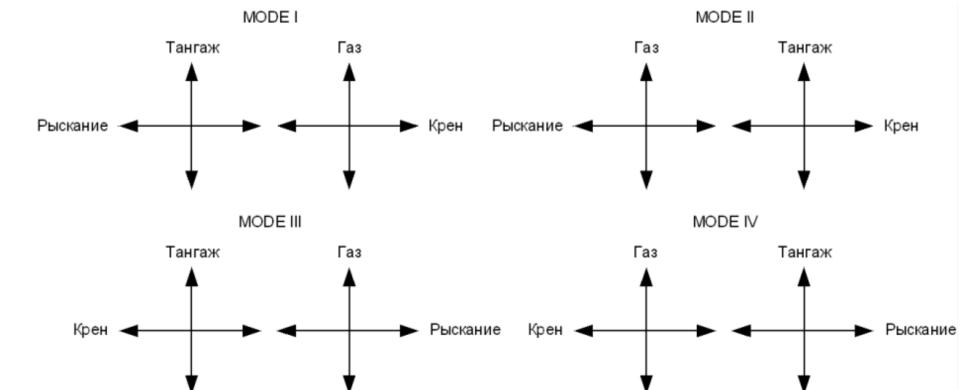
Газ, рысканье, тангаж, крен – 4 канала управления БПЛА, каждый стик на пульте отвечает за один из каналов.

- Газ, Тяга (Throttle) – мощность работы двигателей. По сути, скорость вдоль вертикальной оси. Если дрон горизонтален (не наклонен), то определяет скорость набора высоты, если дрон имеет наклон в какую-либо сторону – скорость перемещения.
- Рысканье, Яв (англ. Yaw, Rudder) – поворот вокруг своей оси.
- Тангаж, Питч (англ. Pitch, Elevator) – наклоны летательного аппарата вдоль поперечной оси («носом» вверх и вниз).
- Крен, Ролл (англ. Roll, Aileron) – наклоны летательного аппарата вдоль продольной оси (наклоны вправо/влево).

Согласно теоретической механики положение твёрдого тела в пространстве задаётся шестью координатами (степенями свободы) – 3 поступательных и 3 вращательных. В данной работе под координатами вращения понимаются углы Эйлера, и они обозначаются как крен (поворот вокруг оси X), тангаж (поворот вокруг Y) и рысканье (поворот вокруг Z).

КАНАЛЫ

Каналы управления, передачи данных и видео



Mode 1, 2, 3, 4 (англ. Mode I, II, III, IV) – тип расположения каналов управления относительно стиков на аппаратуре управления.

Mode 2 – самый распространенный и используемый тип на подавляющем большинстве доступных в продаже дронов.

КАНАЛЫ И ЧАСТОТЫ

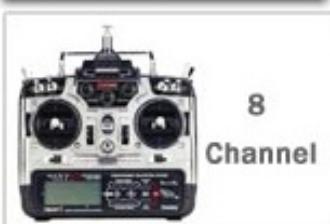
Аппаратура управления (передатчик и приемник)



4
Channel



6
Channel



8
Channel



9
Channel

Аппаратура управления (TX) – это устройство, которое позволяет пилоту удаленно управлять коптером. Сигнал/команды получает приемник, который, в свою очередь, подключается к полетному контроллеру.

Каналы

Число каналов – это количество функций летательного аппарата, которыми можно управлять. Например: газ, направление (рысканье, курс), тангаж (он же питч, наклон вперед/назад), крен (ролл, влево/вправо), каждая функция требует отдельный канал. Как видите, для управления коптером минимально требуется 4 канала.

Дополнительные каналы часто называют AUX, они представлены в виде тумблеров и крутилок (переменные резисторы). Вы можете использовать их для смены полетных режимов или для активации разных функций коптера.

Рекомендуется иметь как минимум 5 или 6 каналов. Дополнительные 1 или 2 канала можно использовать для арминга коптера (перевода в активный режим) и для переключения полетных режимов.

Большинство моделей для управления используют частоту 2,4 ГГц, а для передачи видео 5,8 ГГц.

ЧАСТОТЫ

Рабочая частота

Самая популярная частота – 2,4 ГГц. Более низкие частоты тоже используются (27 МГц, 72 МГц, 433 МГц, 900 МГц и 1,3 МГц), есть и другие частоты – 1,3 ГГц, 868/900 МГц, 433 МГц; на этих частотах работает дальнобойное оборудование для тяжелых моделей.

Все производители передатчиков используют алгоритмы с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты, так что использовать аппаратуру стало очень просто. Программное обеспечение постоянно сканирует эфир для поиска наилучшей частоты, отслеживает помехи, и автоматически переходит на свободные каналы. Это происходит множество раз в секунду, так что вы не увидите пауз или сбоев управления, как это было раньше. Еще одно достоинство этих алгоритмов в том, что вы можете одновременно летать с другими пилотами, не боясь заглушить их аппаратуру.



ЧАСТОТЫ

Системы передачи и приема видеосигнала

Передача видеопотока выполняется по средству передатчика и приемника. Основными характеристиками являются мощность передатчика, которая на прямую влияет на максимальную дальность его сигналов, и несущая частота. Большинство передатчиков работают в диапазонах 900 МГц (0,9 ГГц), 1,2 ГГц, 2,4 ГГц, 5,8 ГГц и по технологии передачи данных Wi-Fi. Ниже будут рассмотрены основные типы передачи видеосигналов.

FPV 2,4 ГГц (аналоговое)

Среди частот подключения 2,4 ГГц наименее популярный диапазон. Главными причинами непопулярности является высокая чувствительность аналогового сигнала к помехам, подвержена размытию и шумам. Все из-за большого количества приборов, окружающих нас и работающих в данном диапазоне. Как например WiFi-устройства, Bluetooth, пульты дистанционного управления, тд. Как следствие сигнал будет неустойчивым, а передаваемое изображение, некачественным.

Чем ниже частота и больше длина волны, тем больше проникающая способность, но больше физические габариты антенны.

Wi-Fi на 2,4 ГГц (цифровое)

Универсальная технология передачи данных, в которой реализуются полеты в FPV режиме. Первой причиной является низкая стоимость Wi-Fi передатчика, которым оснащается камера беспилотника, а второе отсутствие дополнительного устройства для трансляции видеозображения, а его роль успешно выполняет смартфон или планшет. Перед началом пилотирования устанавливается специальное приложение на гаджет и подключается к Wi-Fi точке коптера.

Но есть и свои минусы:

- Радиус передачи сигнала ограничен Wi-Fi зоной;
- Задержка изображения и значение которой увеличивается с удалением коптера от пульта дистанционного управления.

ЧАСТОТЫ

Системы передачи и приема видеосигнала

5,8 ГГц (аналоговое)

Данный диапазон лучшего всего подходит для FPV-пилотирования. Частота передает видеоизображение с хорошей пропускной способностью на достаточно дальние расстояния. Задержка передачи данных практически не заметна и оптимальна для скоростных полётов. Однако различные препятствия, стены и тд., оказывают существенное влияние на дальность, как следствие дальность надежной работы видеоканала на частоте 5,8 ГГц снижается и применяется преимущественно на небольших коптерах.

В зависимости от несущей частоты, сигнал принимается приемником, частота которого должна соответствовать частоте передатчика. В последствии преобразованный видеосигнал передается на экран монитора, очков. Стоить понимать, что приёмников большой дальности нет, поскольку диапазон сигнала зависит от мощности передатчика и антенны.

Wi-Fi на 5ГГц (цифровое)

Трансляция по Wi-Fi на частоте 5ГГц пришла в бюджетную нишу не так давно, что позволило значительно улучшить качество видеопотока и расстояние удаления. Поэтому при выборе бюджетного дрона с FPV будет лучшим, если Wi-Fi видеопередатчик модели работает на частоте 5ГГц.

Вывод:

1. Аналоговое FPV на 2.4ГГц устаревшая технология, практически не используется
2. Wi-Fi FPV на 2.4ГГц новая бюджетная технология, но картинка транслируется с существенной задержкой
3. Wi-Fi FPV на 5ГГц новая бюджетная технология, картинка транслируется с меньшей задержкой по сравнению с Wi-Fi FPV 2.4ГГц, в лучшем качестве и большей дальностью. Лучший вариант для коптеров начального уровня (для игрушек).
4. Аналоговое FPV на 5.8ГГц лучшая из трех, выбор профессионалов и любителей.

РЕМКОМПЛЕКТ

Инструменты для небольшого ремонта в полевых условиях



- ▶ Набор отверток и инструментов
- ▶ Паяльник и припой
- ▶ Шестигранные головки - 1,5, 2, 2,5 и 3 мм
- ▶ Кусачки для проволоки
- ▶ Мультиметр
- ▶ Термоусадочные трубки
- ▶ Изолента

Запасные части:

- ▶ Аккумуляторы
- ▶ Пропеллеры
- ▶ Электронные компоненты
- ▶ Двигатели
- ▶ Антенна

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

6 - ОЙ ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

13

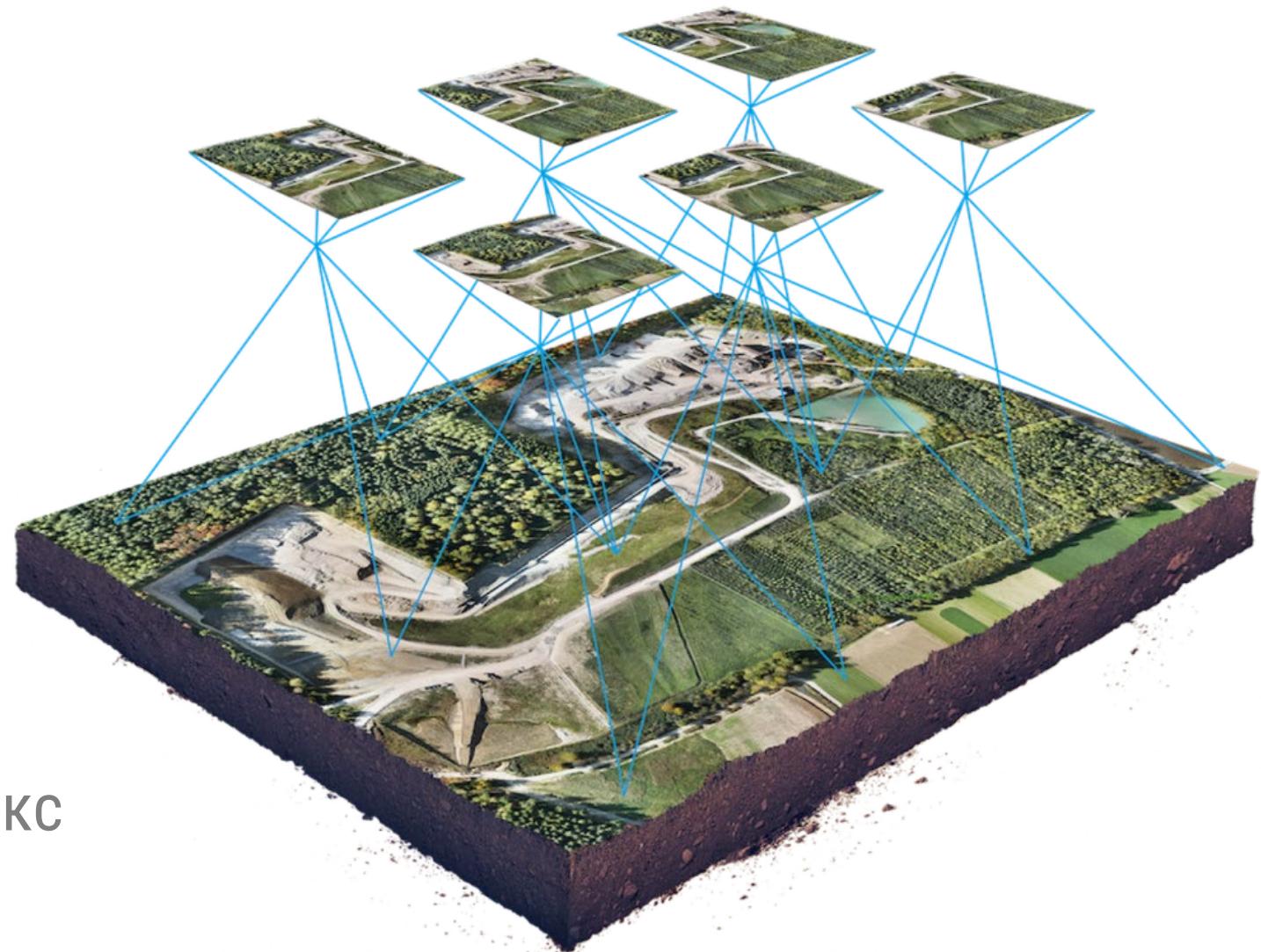
Картография

14

Аэрофотосъемка и
фотограмметрия

15

Работа с Google и Яндекс



КАРТОГРАФИЯ

Современные методы и технологии съемки для создания топографических планов и карт



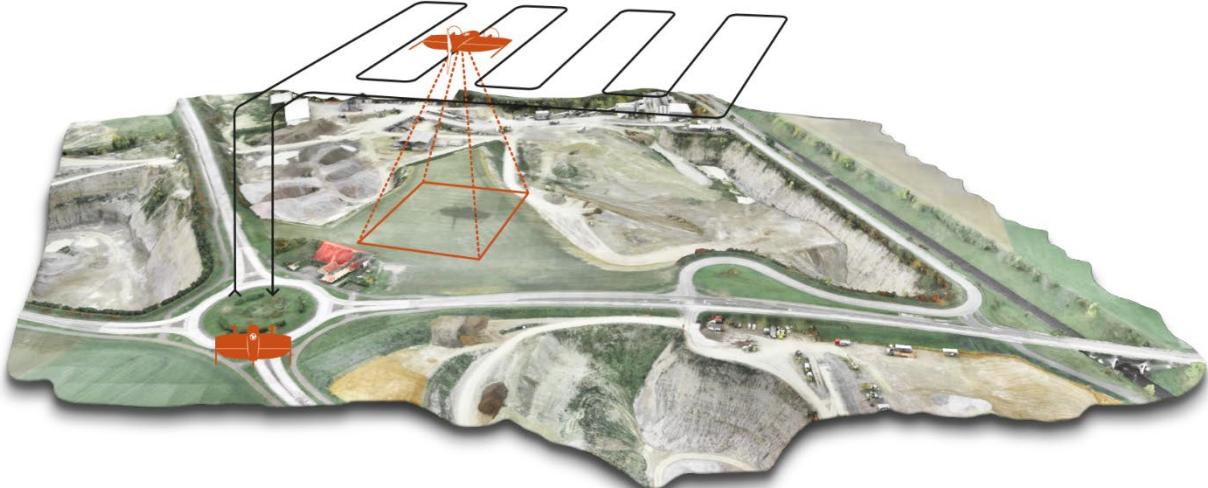
Современные методы измерения, новое оборудование в геодезии и маркшейдерии дают возможность автоматизировать процесс работ, что сокращает сроки их выполнения и обеспечивает необходимые точность и качество, этому способствует применение при съемке беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). С развитием БПЛА появилась возможность установки разного рода полезной нагрузки – как цифровой фотокамеры, так и лазерного сканирующего устройства (LiDAR). На сегодняшний день передовыми технологиями съемки для создания топографических планов и карт являются воздушное лазерное сканирование (ВЛС) и аэрофотосъемка с помощью БПЛА (АФС).

Воздушное лазерное сканирование – лазерное сканирование, которое производится с воздуха при помощи летательных аппаратов.

Аэрофотосъемка с помощью БПЛА – это фотографирование поверхности определенной территории с привязкой к координатным данным и создание серии снимков рельефа, которые формируются с небольшим перекрытием.

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

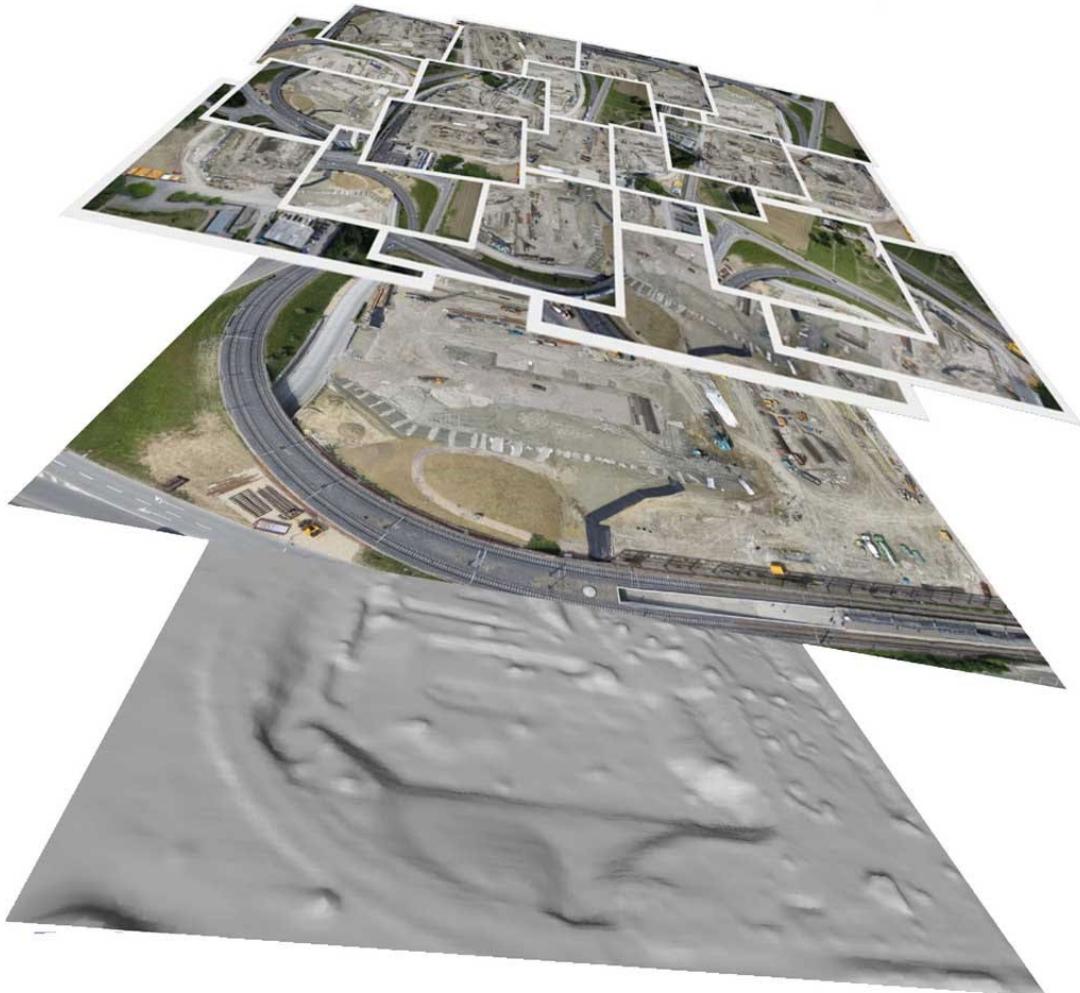
Современное применение аэрофотосъемки



1. Составление карт местности, включающие изображение рельефа и объектов в 3D-проекции.
2. Нанесение обозначений границ и существующих объектов недвижимости на карту местности.
3. Контроль процесса землепользования, строительства и наблюдения в сельском хозяйстве.
4. Фотосъемка природных ландшафтов, объектов архитектуры, местности, археологические исследования.
5. Планирование и проектирование объектов, составление фотопланов местности.
6. Контроль транспортных потоков.
7. Съемка для СМИ и кино.
8. Реклама гостиниц, курортов, земельных участков и недвижимости.

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Современное применение аэрофотосъемки



Аэрофотосъемка с БПЛА при установке соответствующего съемочного оборудования позволяет получать цифровые снимки сверхвысокого пространственного разрешения до нескольких сантиметров (2–4 см) в различных спектральных диапазонах.

Данное оборудование позволяет решать следующие задачи:

- Автоматизированное получение ортофотопланов с пространственным разрешением до нескольких см
- Создание фотoreалистичных цифровых 3D-моделей местности
- Мониторинг чрезвычайных ситуаций и их последствий, контроль хода аварийно-восстановительных работ, поиск пострадавших
- Анализ и оценка динамики изменений местности
- Производственно-экологический мониторинг
- Дистанционный мониторинг нефтегазопроводов, ЛЭП, железных и автомобильных дорог, лесных массивов и сельскохозяйственных угодий
- Термовизионная съемка

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Преимущества и недостатки аэрофотосъемки с БПЛА

Преимущества	Недостатки
Беспрецедентное пространственное разрешение от 2 см	Ограниченнaя площадь съемки за один полет
Высокая периодичность съемки, возможность проведения постоянного мониторинга, малое время подготовки к полету	Несовершенство законодательства в области регулирования полетов БПЛА и трудоемкость получения необходимых разрешений для проведения полетной деятельности
Погодные условия оказывают слабое влияние на проведение работ	Нет возможности получить данные за предыдущие годы для проведения мониторинга территории, если ранее не проводилась съемка этой территории
Первые результаты полета уже через час после посадки: ортофотопланы, 3D цифровые модели местности	Высокая стоимость самих летательных аппаратов и заказа съемки, длительная окупаемость (рентабельно при постоянной съемке)
Мониторинг протяженных объектов (нефте-, газопроводы, ЛЭП), высокая дальность полета	Малая величина полезной нагрузки
Возможность слежения за целью, зависание над объектом (БПЛА вертолетного типа), возможность перспективной съемки, создание 3D моделей объектов по перспективным снимкам (например, строящихся зданий)	Частота проведения полетов ограничена скоростью работы оператора (человеческий фактор)
Точечная съемка в труднодоступных местах	
Возможность установки оборудования мониторинга окружающей среды (датчиков температуры, влажности, радиационного фона, химического загрязнения и т. д.)	

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Построение трёхмерной модели поверхности

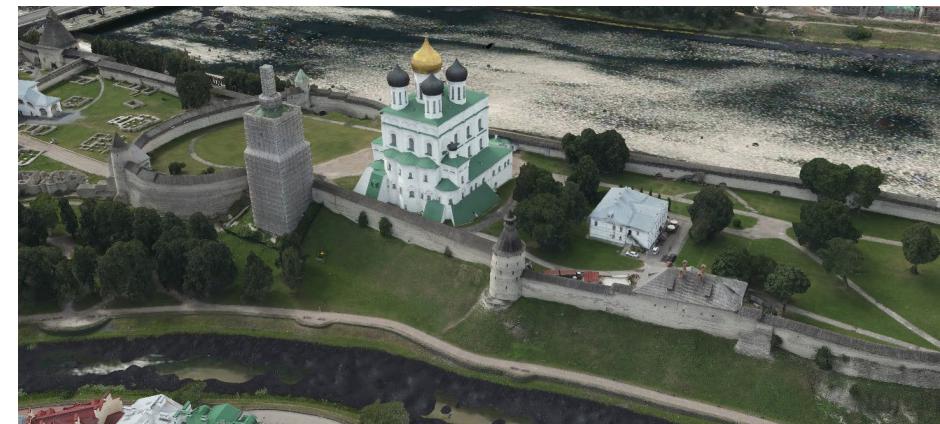
Фотограмметрия – это техническая наука о методах определения формы, размеров, положения объектов по их фотографическим изображениям и метод получения трехмерных данных из множества изображений, снятых с разных точек. Именно такой способ построения применяется, например, в пакете PhotoScan.

Есть и аналоги, например:

- Pix4Dmapper
- DroneDeploy
- Autodesk ReCap 360

Обработка снимков в целях топографического обеспечения включает ряд последовательно выполняемых операций, часть которых реализуется современными методами машинного зрения и базируется на использовании аппарата проективной геометрии, однородных координат и фотометрической обработки изображений:

- Выбор и отождествление на снимках соответственных точек
- Построение фотограмметрических моделей
- Уравнивание координат точек сети
- Построение цифровых моделей рельефа и текстурированных моделей местности



АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Построение трёхмерной модели поверхности



Облако точек с изолиниями, съемка горы Северный Басег, Уральские горы.



Пример полной цифровой модели объекта

Все вычисления выполняются в автоматическом режиме, в соответствии с заданными параметрами и установками. В исключительных случаях допускается вмешательство оператора и выполнение некоторых действий в неавтоматизированном (ручном) режиме.

Исходными данными для фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки с БПЛА служат аэрофотоснимки в одном из принимаемых системой форматов, геодезические данные о местности и параметры съемочной камеры.

Геодезические данные о местности могут быть представлены либо расстояниями между опознанными на аэроснимках точками, либо их пространственными положениями в системе координат местности. В первом случае программа ограничится приведением построенной фотограмметрической модели к заданному масштабу, а во втором – ее геодезическим ориентированием, построением ортофотопланов, цифровых и текстурированных моделей местности.

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Построение трёхмерной модели поверхности

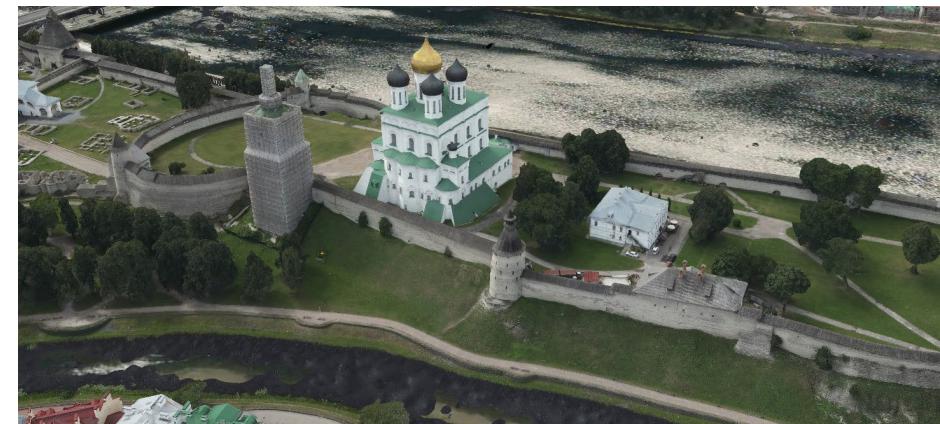
Фотограмметрия – это техническая наука о методах определения формы, размеров, положения объектов по их фотографическим изображениям и метод получения трехмерных данных из множества изображений, снятых с разных точек. Именно такой способ построения применяется, например, в пакете PhotoScan.

Есть и аналоги, например:

- Pix4Dmapper
- DroneDeploy
- Autodesk ReCap 360

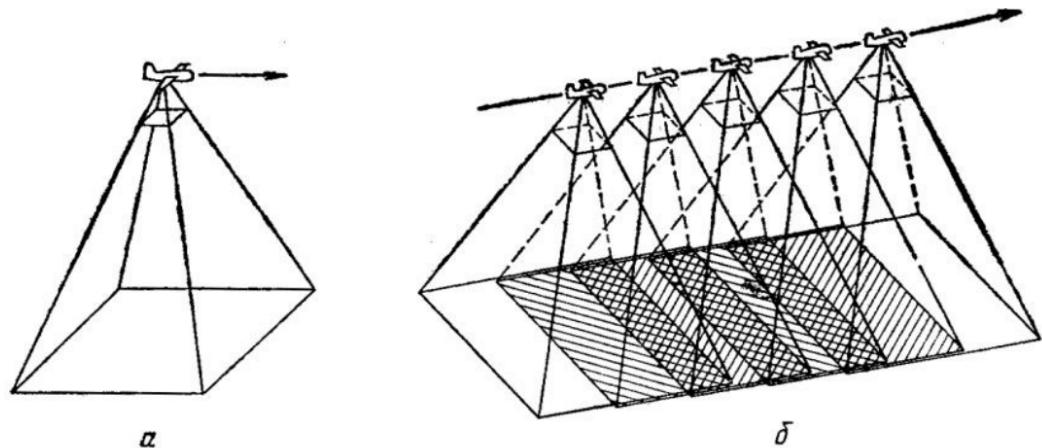
Обработка снимков в целях топографического обеспечения включает ряд последовательно выполняемых операций, часть которых реализуется современными методами машинного зрения и базируется на использовании аппарата проективной геометрии, однородных координат и фотометрической обработки изображений:

- Выбор и отождествление на снимках соответственных точек
- Построение фотограмметрических моделей
- Уравнивание координат точек сети
- Построение цифровых моделей рельефа и текстурированных моделей местности

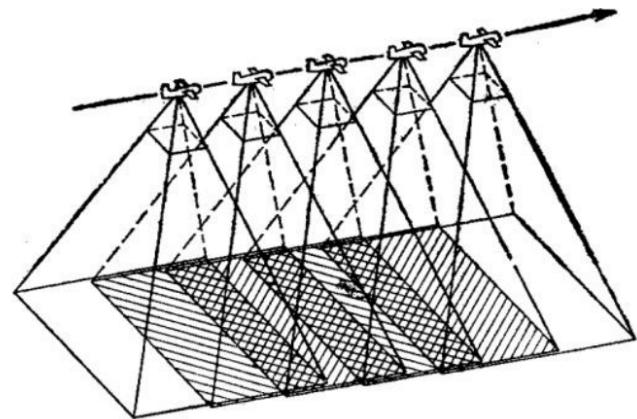


АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

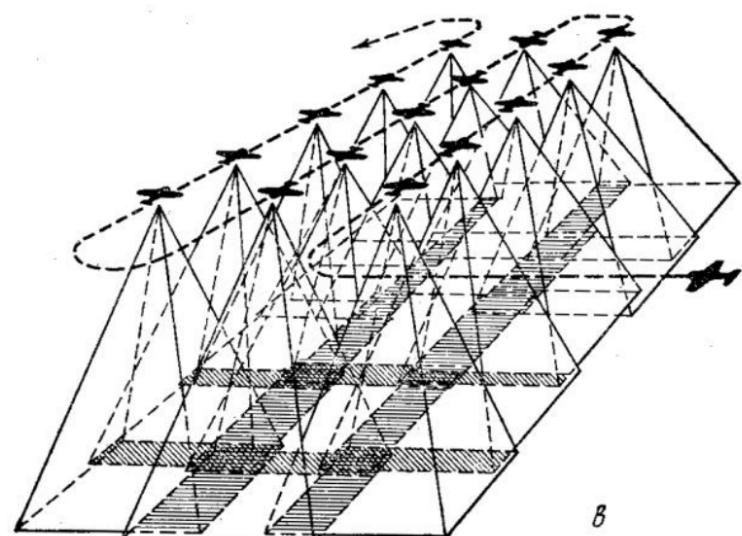
Построение маршрутов для аэрофотосъемки



а



б



в

Под **одинарной (выборочной) аэрофотосъемкой** подразумевается выборочное фотографирование небольших участков местности, покрываемых одиночными снимками. **Одномаршрутная аэрофотосъемка** применяется обычно для фотографирования линейных объектов местности – речных долин, ледников, шоссейных дорог и т.п. При **площадной (многомаршрутной) аэрофотосъемке** участок местности сплошь местности сплошь покрывается снимками, принадлежащими серии прямолинейных съемочных маршрутов, прокладываемых параллельно друг другу.

Схемы одинарной (а), одномаршрутной (б) и площадной (в) аэрофотосъемки

В маршруте снимки перекрываются на заданную величину продольного перекрытия. Расстояние между маршрутами делается таким, чтобы снимки смежных маршрутов также перекрывались между собой, образуя зону поперечного перекрытия. При многомаршрутной аэрофотосъемки равнинных районов, обычно стремятся делать продольное и поперечное перекрытия соответственно в 60 % и 35-40 %.

АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Параметры аэрофотосъемки

Общая для всех дронов, и самолетного типа, и мультикоптеров рекомендация по настройке параметров фотосъемки выглядит так:

Поперечное перекрытие 70%-80%. Для понимания, между поперечным перекрытием снимками в 70% и в 80% – разница в длине маршрута дрона – полтора раза. Меньше 70%, если нужно получить высокую точность построения цифровой модели использовать не нужно, может потребоваться пересъемка (съездить еще раз за несколько сотен или тысяч км из-за недостатка снимков для построения облака точек). Больше 80% – нет особого смысла, данных будет избыточное количество. Перекрытие в 75% в продольном и поперечном направлениях подходит для большинства случаев.

- для минимизации искажений на снимках площадей и размеров объектов, съемка должна производится на одной высоте на протяжении всего маршрута;
- для получения высокого качества снимков, съемка должна производится при отсутствии облачности и дымов промышленных предприятий над фотографируемой местностью, а высота Солнца над горизонтом должна быть не менее 20-25°.

Учитывая особенности аэросъемочного полета, используемый для этих целей БВС должен отвечать ряду специальных требований:

- в режиме установившегося горизонтального полета углы крена, тангажа и рысканья не должны превышать $\pm 1^\circ$;
- быть оснащенным высокоточным навигационным оборудованием, позволяющим выполнять автоматизированный полет по заданному маршруту с высокой точностью в разных геомагнитных и широтных условиях;

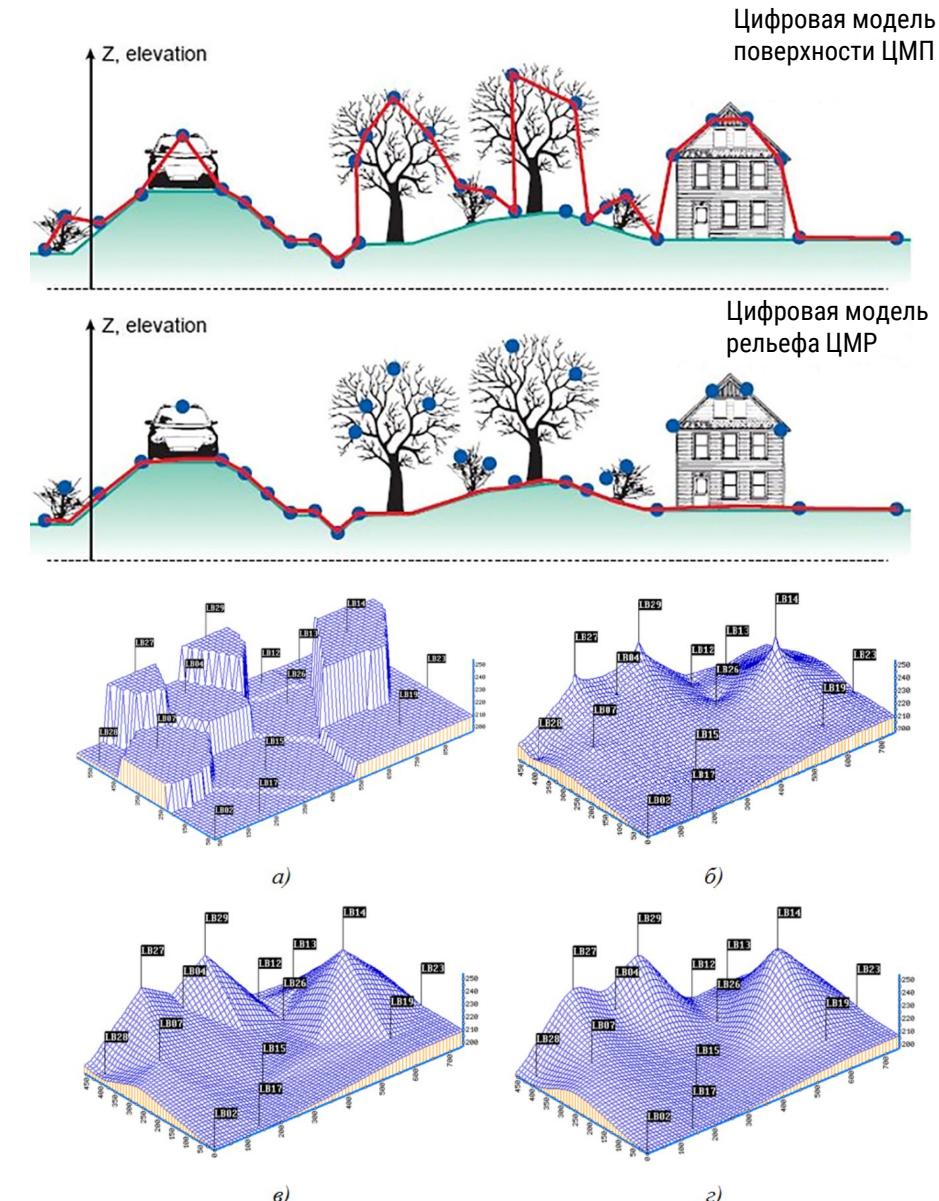
АЭРОФОТОСЪЕМКА И ФОТОГРАММЕТРИЯ

Цифровые модели

Цифровая модель местности (ЦММ) представляет собой совокупность информации обо всех ее элементах, таких как ситуация, рельеф и отдельные топографические объекты. Все объекты, входящие в состав ЦММ, подобны реальным. Построение ЦММ выполняется в ходе цифрового картографирования местности при выполнении топографических работ. **Цифровая модель местности состоит из цифровой модели рельефа и цифровой модели ситуации.**

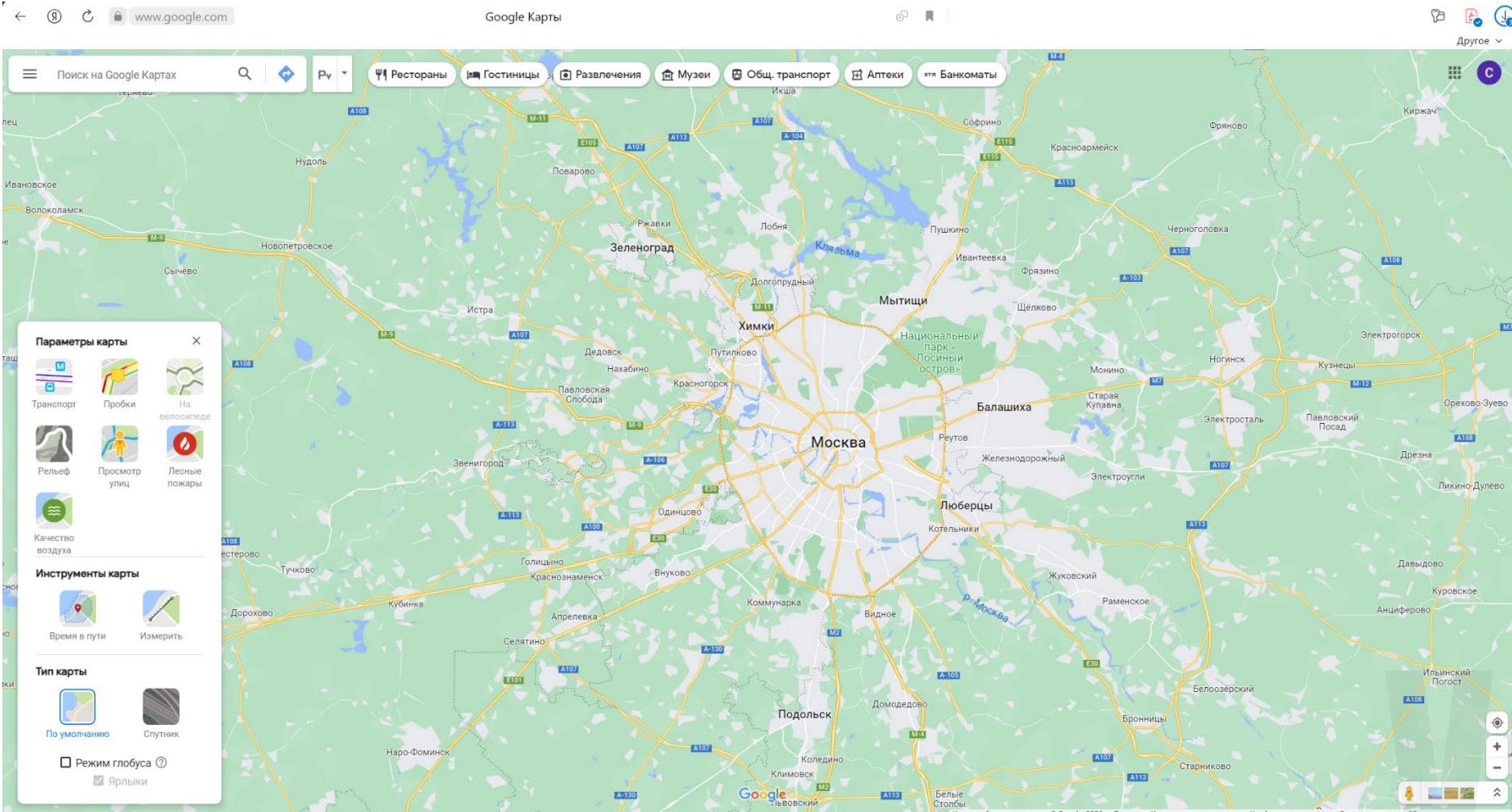
Цифровая модель рельефа (ЦМР) – математическое представление участка земной поверхности, полученное путем обработки материалов топографической съемки. Под термином цифровая модель рельефа (ЦМР) понимают средство цифрового представления трехмерных пространственных объектов (поверхностей или рельефов) в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок (отметок глубин) и иных значений.

Цифровая модель ситуации (ЦМС) – цифровое представление топографических объектов местности, включающее их геометрическое описание средствами векторной модели данных в виде набора точек и полилиний сплайновыми или пространственными координатами, определяющих их границы.



РАБОТА С GOOGLE И ЯНДЕКС

Возможности и функционал



Google Maps

С ее помощью можно:

- Посмотреть карту мира или населенного пункта;
- Проложить маршрут в реальном времени;
- Узнать расписание движения общественного транспорта;
- Вызвать навигацию (для мобильной версии);
- Просмотреть панорамы улиц и многое другое.

Слева инструменты:

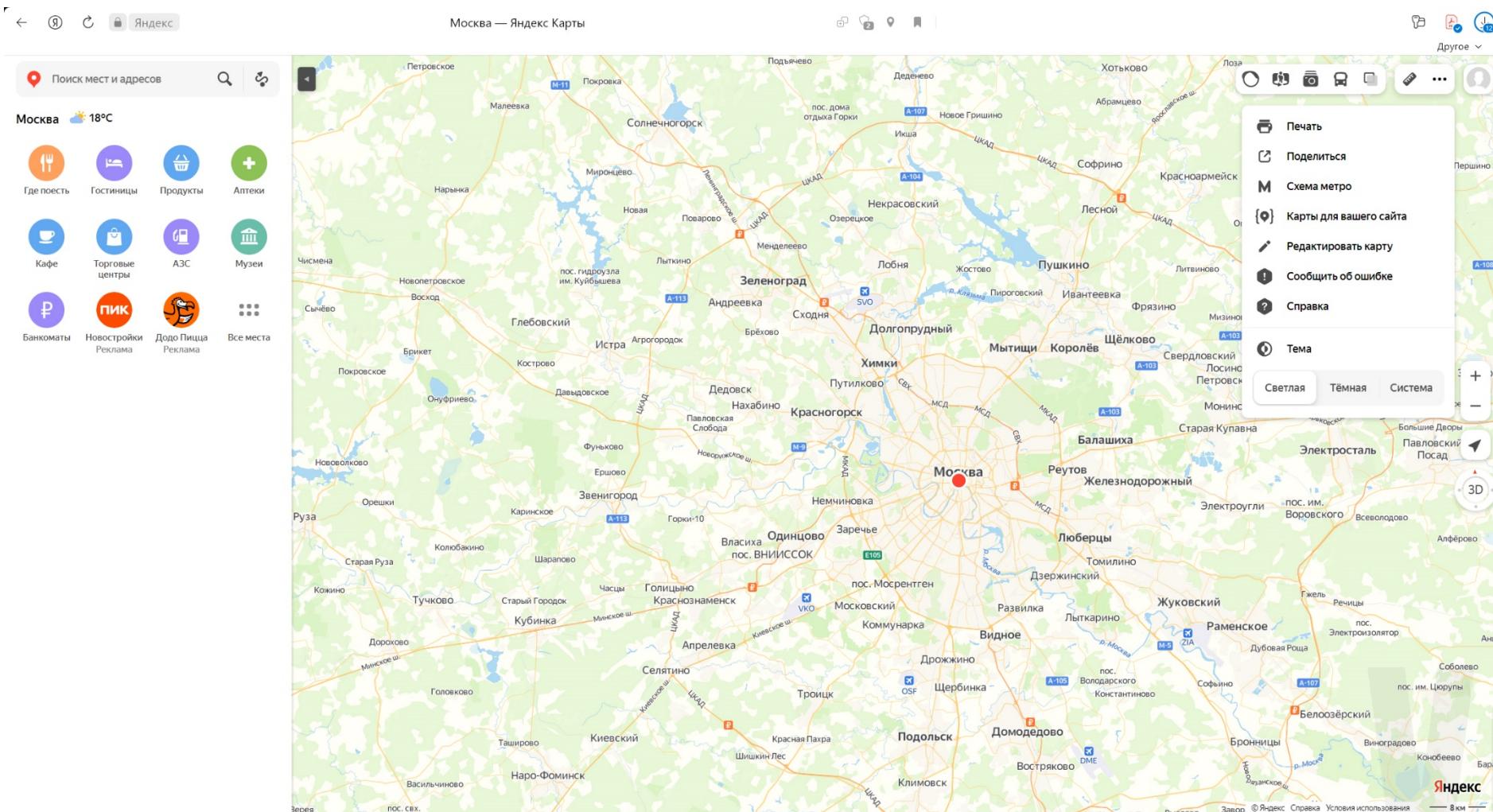
- Параметры карты
- Инструменты карты
- Тип карты

Справа инструменты:

- Панорамы и фото

РАБОТА С GOOGLE И ЯНДЕКС

Возможности и функционал



Яндекс.Карты

Яндекс.Карты не менее популярный сервис, чем Google Maps. Функционально он идентичен американскому конкуренту.

Возможности:

- Просмотр схемы зданий
- Отображение движения общественно транспорта на карте
- Поиск подробной информации об объекте
- Конструктор маршрутов (ручное создание удобного маршрута навигации) и т. д.
- Просмотр аэрофотоснимков

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

7 - ОЙ ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

16

Частоты работы коммерческих дронов и минимальный набор

17

Набор для работы с коммерческим дроном при проведении СВО

18

Гражданские сферы применения коммерческих дронов



КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Мини БПЛА (квадрокоптерного типа)



DJI mini 1, 2, 3, SE

Особенности и функционал DJI Mini 3 Pro:

- Вес Mini 3 Pro: 249 гр.
- Камера использована с 1/3 CMOS-датчиком с двойным ISO и углом обзора 82.1°. Видеосъёмка доступна в формате 4K при 60 к/с, фото – 48 Мп в форматах JPEG/RAW.

Автономность: с обычной батареей может летать до 34 минут, с продвинутой – аж до 47 минут.

- Дальность полёта – до 18 км или до 25 км с продвинутой АКБ.



Autel Evo Nano+ (Plus)

- Вес: 249 грамм
- Камерой на борту с 1/1.28" CMOS-датчиком, которая обеспечивает съёмку видео 4K при 30 к/с и фото до 50 Мп против камеры с 1/2-дюймовой матрицей и разрешением фото 48 Мп у обычной версии Nano.

Автономность: 28 минут, а дальность видеопередачи до 10 км.



Fimi X8 Mini

- Вес: 258 гр. со стандартной АКБ и 245 гр. с батареей "Pro"
- Видеокамера с 1/2.6-дюймовым датчиком CMOS на базе чипсета Hisilicon ISP. Видеосъёмка доступна в формате 4K при 30 к/с, фото – 12 Мп.

Автономность: 30/31 минута.

Управлять полётом Fimi X8 Mini можно со смартфона или посредством ПДУ, в этом случае максимальная дальность полёта составит 8 км

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Средние БПЛА (квадрокоптерного типа)



- Средняя дальность: до 15 км.
- Вес: до 1000 г.
- Наличие на некоторых моделях тепловизионной камеры
- Есть возможность установки системы сброса

Большие БПЛА (квадрокоптерного типа)



- Средняя дальность: до 15 км.
- Вес: более 3 кг.
- Есть возможность установки системы сброса и ретранслирующих устройств

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Частоты работы коммерческих дронов

Название	Камера	Время полёта	Заявленная дальность полёта	FPV
 DJI Inspire 2	6K (24Мп APS-C Super-35)	до 27 минут	до 7 км	LightBridge 2.4ГГц/5.8ГГц
 Autel Robotics EVO	4K	до 30 минут	до 7 км	2.4ГГц
 FIMI X8 SE 2020	4K	до 35 минут	до 8 км	5.8ГГц (TDMA HD 2.0)
 DJI Mavic Pro (Platinum)	4K	27/30 минут (Pro/Pro Platinum)	до 7 км	2.4/5.8ГГц (OcuSync)
 Autel EVO Lite+	5K	40 минут	до 12 км	2.4ГГц/5.1-5.8 ГГц (Autel SkyLink)
 DJI Mavic Air 2	4K	до 34 минут	до 10 км	2.4/5.8ГГц (OcuSync 2.0)
 DJI AIR 2S	5K	до 31 минут	до 12 км	2.4/5.8ГГц (OcuSync 3.0)

Название	Камера	Время полёта	Заявленная дальность полёта	FPV
 DJI Phantom 4 Pro V2.0	4K	30 минут	до 10 км	2.4/5.8ГГц (OcuSync)
 DJI Mavic 2	4K	до 31 минут	до 10 км	2.4/5.8ГГц (OcuSync 2.0)
 XDynamics Evolve 2	4K	до 33 минут	до 11 км	2.4ГГц/5.1-5.8ГГц
 Autel EVO II	8K	до 40 минут	до 9 км	2.4ГГц
 DJI Mavic 3 (Cine)	5K	до 46 минут	до 15 км	2.4/5.8ГГц (DJI 03+)

Основные характеристики коммерческих дронов:

- X-образная рама
- Свой протокол в котором передается и управление и видео (03, 04 – DJI)
- Частоты управления (2.4 ГГц, 5.2 ГГц, 5.8 ГГц)

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Средние БПЛА (квадрокоптерного типа)



Фотоаппарат



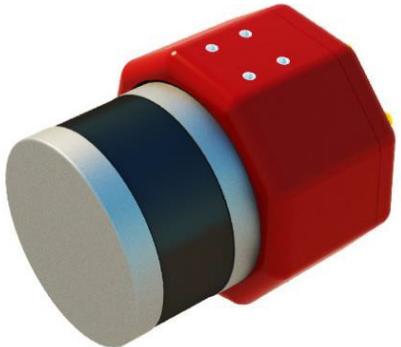
Тепловизор



Видеокамера



Тепловизор + камера



Лазерный сканер



Системы сброса груза



КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Плюсы и минусы коммерческих дронов



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Готовое решение
- Простота управления
- Вес комплекта
- Мобильность
- Небольшие размеры и малая заметность;
- Отсутствуют потери личного состава;
- Возможность нести полезную нагрузку (ретрансляторы, сбросы)
- Возможность доработки

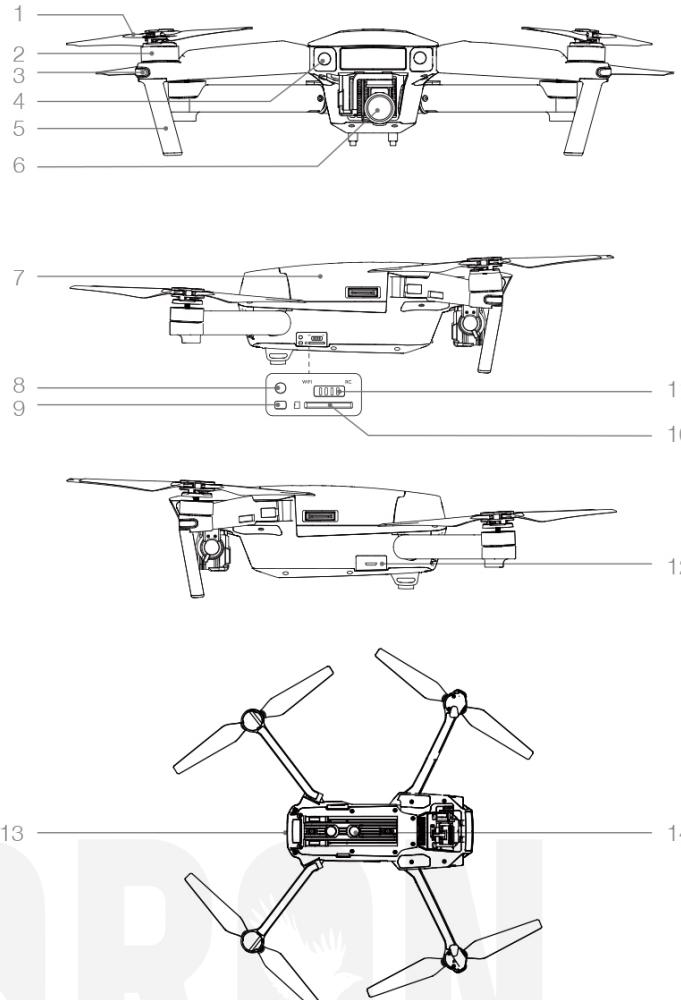


НЕДОСТАТКИ

- Сложность ремонта
- Отсутствует возможность менять видеокамеру, в некоторых моделях докупается отдельно.
- Высокий уровень акустического шума
- Дальность полета
- Уязвимость в небе
- Подвержены взлому
- Метеозависимость

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Схема дрона



1. Пропеллер
2. Электродвигатель
3. Передние огни
4. Система переднего обзора
5. Посадочное шасси
(со встроенными антennами)
6. Стабилизатор и камера
7. Аккумулятор Intelligent Flight Battery
8. Кнопка подключения
9. Индикатор статуса подключения
10. Слот для карты памяти Micro SD в камере
11. Переключатель режимов управления
12. Порт Micro USB
13. Индикатор состояния дрона
14. Система нижнего обзора



В условиях боевого применения подсветку необходимо отключить или заклеить индикаторы, чтобы не демаскировать дрон

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Приложения для управления дронами



DJI Fly, GO, GO 4 – синхронизируются с беспилотником через мобильное устройство, также дают полный контроль пользователю. Главное отличие каждого приложения друг от друга в предназначении для разных моделей квадрокоптеров. **Litchi** – популярное приложение для дронов. Фундаментальное достоинство Litchi заключается в возможности планирования полетов на компьютере, перенеся планы на смартфон. Для людей, которые не любят всматриваться в небольшой дисплей мобильного устройства, данная функция крайне важна.

FIMI NAVY позволяет настраивать параметры дронов FIMI:

- Управлять режимами полёта.
- Получать изображение с бортовой камеры.
- Отображать телеметрию.
- Отслеживать положение дрона на карте.

Autel Explorer – это название приложения, которое можно загрузить на смартфон для управления сериями дронов Autel Evo I и II. Приложение Autel Explorer™ позволяет вести прямые трансляции, обеспечивает расширенные функции управления полетом и камерой с вашего мобильного устройства.

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Пульты управления коммерческими дронами



RC Pro



RC-N1



DJI RC



Smart Controller



VORON

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Улучшение характеристик БПЛА

Существует 2 способа улучшения характеристик – аппаратный и программный.

Аппаратный:

Изменение характеристик полета – достаточно установить более производительные пропеллеры

Повышение мощности – установка мощных альтернативных моторов

Улучшение управляемости – использование альтернативных прошивок или блоков управления

Безопасность – установить защиту лопастей

Дальность полета квадрокоптера зависит от мощности передатчика установленного на пульте управления.

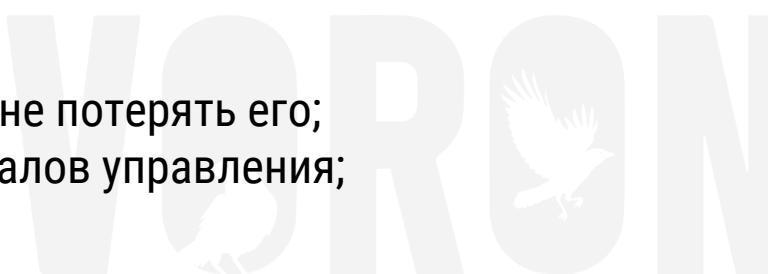
Обычный пульт управления имеет мощность передатчика в 10 мВт, если между ВЧ частью и антенной поставить промежуточный усилитель в 1-2 Ватта, то дальность полета с 900 метров увеличится до 10 километров.

Увеличение мощности с помощью бустера (Neobooster, xq-02a)

Увеличение емкости аккумулятора

Внося изменения в характеристики БПЛА необходимо помнить:

- У каждой модели есть ограничения, которые не стоит превышать;
- Перед дальним запуском следует настроить отслеживание дрона, чтобы не потерять его;
- Вам придется заменить или усовершенствовать пульт для передачи сигналов управления;



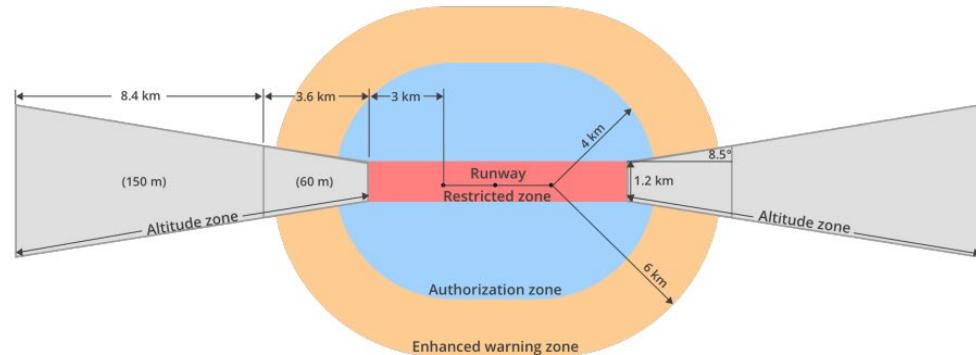
КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Улучшение характеристик БПЛА

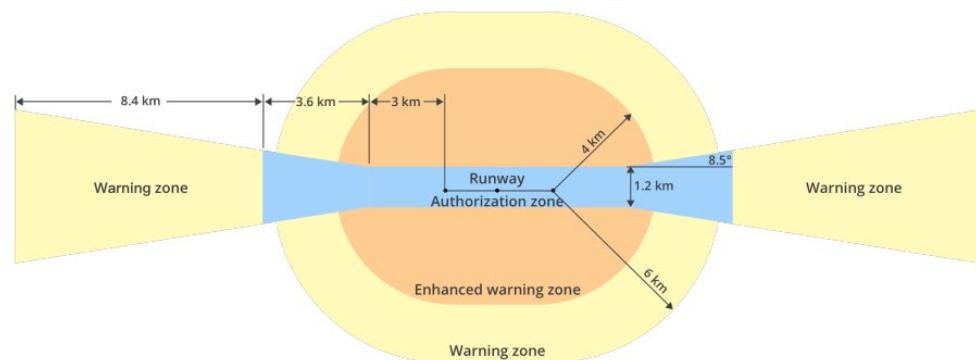
Программное изменение характеристик БПЛА:

- Снятие летных ограничений – бесполетных зон No Flight Zones (NFZ) (законный и не совсем). (NFZ) – это территории обозначенные компанией DJI как места где дроны либо вообще не могут летать, либо могут летать с ограничениями. Сама компания DJI называет их «ГЕО зонами». Зоны запрещенные для полетов на момент написания статьи существуют только для дронов компании DJI. NFZ это не точка с координатами, это несколько вложенных друг в друга фигур, обозначенных на карте разными цветами, и где действуют ограничения разного порядка.
 - Отключение лимита высоты
 - Увеличение мощности (FCC)
 - Включение дополнительных рабочих частот (5.8 ГГц)
 - Тонкие настройки квадрокоптера

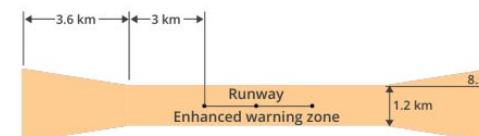
Структура NFZ



Design for Medium Risk Airport



Design for Low Risk Airport



КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

Маркировка настроенных БПЛА

1. Сняты ограничения по максимальной мощности сигнала дрон-пульт (максимальная мощность)
2. Сняты полетные ограничения, можно летать выше 500 метров и в запрещённых местах (аэропорты, администрации и т. д.)



3. Режим невидимки
4. Тонкая настройка на примере отключения фонарей
5. Аппаратный усилитель (специфическая плата физически вшитая в пульт)



Главные правила при использовании БПЛА коптерного типа на территории СВО:

Не подключай свой смартфон к дрону!
Не давай другу!
Не вставляй sim-карту и не подключайтесь к wi-fi
Не обновляй ничего!



Сломать режим невидимости можете только вы сами, нарушив правила

Правильную программу DJI FLY вам выдадут вместе с телефоном

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

Комплект дополнительного снаряжения для применения с БПЛА



POWERBANK И ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ

ПРОПЕЛЛЕРЫ

РЕТРАНСЛЯТОРЫ



СИСТЕМЫ СБРОСА

АНТЕННЫ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ



КЕЙС



СИСТЕМЫ РЭБ

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

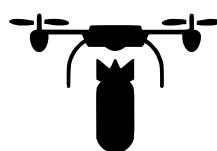
Квадрокоптер DJI Mavic 3 (не Classic)



Один из лучших потребительских дронов.

Некоторые характеристики Mavic 3:

- Взлетная масса – 895 гр. (DJI Mavic 3E и 3T – 1050 гр.)
- Габариты в сложенном состоянии – (ДхШхВ мм) 221 x 96,3 x 90,3
- Скорость полета макс. – 16 м/сек (57,6 км\ч)
- Потолок макс. – 6 000 м
- Полетное время макс. – 46 мин
- Полетное расстояние макс. – 30 000 м
- Допустимая скорость ветра макс. – 12 м/сек.
- Системы геопозиционирования – GPS + Galileo + BeiDou
- Mavic 3 имеет широкоугольную камеру Hasselblad, телеобъектив 28-кратный гибридный зум, стабилизатор изображения, присутствует возможность установки доп. оборудования



Эффективное применение:

- Сброс 2 ВОГов, Ф1
- Точечная разведка, наведение, корректировка, объективный контроль

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

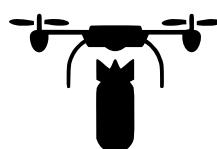
Квадрокоптер DJI Mavic 3 Classic



DJI Mavic 3 Classic – дрон третьего поколения “мавиков”.

Основные характеристики Mavic 3 Classic:

- 20 МП, 3/4 CMOS-матрица;
- ЭФР: 24 мм, Диафрагма: f/2.8 – f/11;
- 3-кратный цифровой зум в режиме видеосъемки;
- Видео в форматах 5.1K/50p, DCI или UHD 4K/120p и 1080/200p;
- Запись H.264 при 200 Мбит/с и H.265 при 140 Мбит/с;
- OcuSync 3.0 (O3) – передача видео на расстояние до 15 км;
- Система обхождения препятствий по всем направлениям; APAS и ActiveTrack 5.0;
- Время полета – 46 минут;
- Удержание постоянной скорости во время полета;
- Вес – 895 г.



Эффективное применение:

- Сброс ВОГов, Ф1
- Общая разведка, отслеживание флангов, работа в колонне техники
- Объективный контроль

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

Квадрокоптер DJI Mavic AIR 2S



Квадрокоптер DJI AIR 2S – это высокотехнологичное и многофункциональное устройство сочетающее в себе компактные размеры и легкий вес, что обеспечивает его портативность и удобство в использовании на месте действия. Его передовая камера обладает высоким разрешением, позволяющим записывать видео в высоком качестве и делать кристально четкие фотографии. Такая функциональность позволяет оператору получать важные данные и информацию в режиме реального времени.

- 4K со скоростью 30 кадров в секунду;
- 4K с частотой 60 к/с и битрейтом 150 Мбит/с;
- Full HD со скоростью 120 к/с;
- Full HD в Slow Mo (режим замедленной съемки) с частотой 240 к/с.



Эффективное применение:

- Общая разведка, отслеживание флангов, работа в колонне техники
- Объективный контроль

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

Квадрокоптер DJI Mavic Mini



Сверхлегкий и компактный квадрокоптер DJI Mavic Mini весом в 249 граммов и максимальным временем полета 30 минут. Оборудован камерой, способной записывать видео в формате 2,7К, а также 3-осевым механическим стабилизатором и модулем GPS. В режиме полета от первого лица максимальное полетное расстояние составляет 2 км.

Еще одна характеристика Mavic Mini - это его мощная для таких габаритов камера, работу которой корректирует механический 3-осевой стабилизатор с фирменной технологией DJI. Разрешение в 12 мегапикселей, матрица размером в 1/2,3 дюйма и FOV объектива в 83 градуса позволяют снимать 2,7К-видео и получать фотоснимки отличного качества.



Эффективное применение:

- Общая разведка, отслеживание флангов, работа в колонне техники
- Объективный контроль

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА И СВО

Квадрокоптеры семейства DJI Enterprise



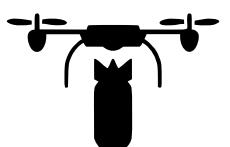
DJI Mavic 2 Enterprise Advanced – промышленный беспилотник нового поколения и универсальное решение для выполнения широкого спектра различных задач.

Особенности:

- Двойной датчик камеры: RGB и тепловизор;
- RTK модуль для получения данных с точностью до сантиметра;
- Построение до 240 путевых точек для проведения автоматизированных инспекций;
- Режим раздельного и одновременного просмотра визуальных и термальных изображений;

DJI Mavic 3 Enterprise Thermal оснащен тепловизионной камерой. Основными преимуществами этого дрона являются исключительные характеристики съемки:

- Широкоугольной камеры: фокусное расстояние 24 мм, 48 МП;
- Зума: фокусное расстояние 162 мм, 12 МП, 56-кратный гибридный зум;
- Тепловизионной камеры: DFOV 61°, фокусное расстояние 40 мм, разрешение 640x512.

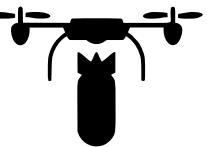


Эффективное применение:

- Сброс ВОГов, Ф1
- Точечная разведка, наведение, корректировка, объективный контроль
- Отслеживание передвижений противника в ночное время, предупреждение вылазок ДРГ

FPV-БПЛА И СВО

FPV-дроны в зоне проведения спецоперации



FPV-дроны предназначены для ударов в глубине фронта – различной дальности и скорости полета. Эти беспилотники могут нести на себе гранаты к РПГ-7, такие как ПГ-7ВЛ, ручные противотанковые гранаты РКГ-3М, а также осколочно-фугасные заряды.

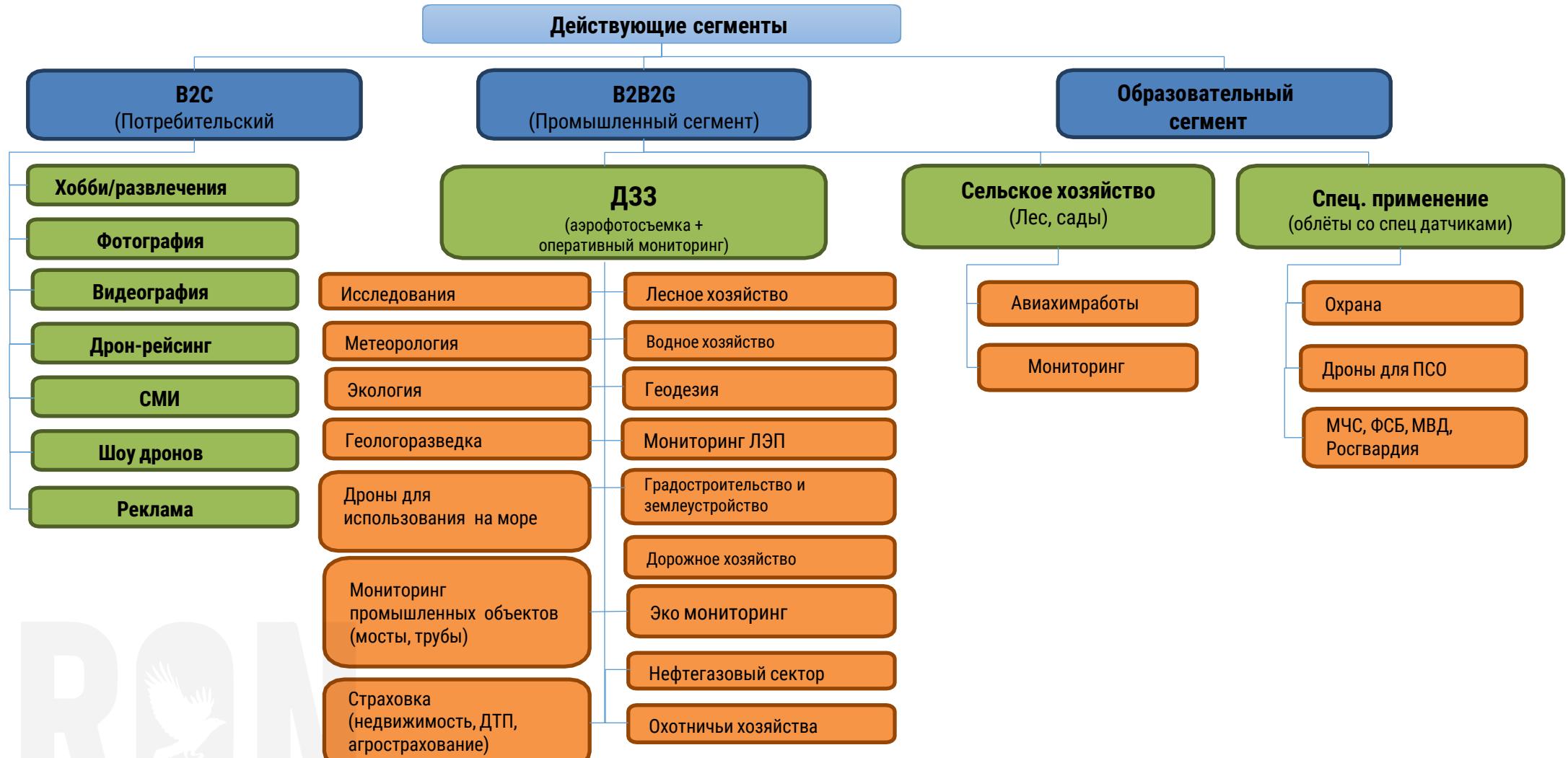
Дальность полета и грузоподъёмность зависят от подбора комплектующих под требования к дрону, но в среднем по дальности в зависимости от назначения дрона от 2 км до 5-6 км, а грузоподъёмности хватает на доставку все тех же боевых частей ПГ-7ВЛ/ВМ/ВС.



Преимуществом FPV-дрона перед обычными квадрокоптерами является удобная для оператора ориентация в пространстве и возможность легко проходить маршрут или преследовать движущуюся цель на скорости до 170 км/ч. Поэтому их трудно обнаружить и перехватить, они обладают высокой маневренностью и дают максимальный уровень контроля оператору. Это позволяет с максимальной эффективностью применять их для уничтожения движущихся целей, а также уничтожать живую силу в блиндажах и специальных укрытиях.

КОММЕРЧЕСКИЕ БПЛА

Сфера гражданского применения БПЛА



БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

8 - ОЙ ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

19

Основные виды аккумуляторов, используемых в БПЛА

20

Эксплуатация и срок службы АКБ

21

Устройство аккумуляторов БПЛА



АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Основные виды аккумуляторов, используемых в БПЛА



1. Pb (lead-acid или свинцово-кислотные)



2. NiCd (никель-кадмиеевые)



3. NiMh (никель-металлгидридные)



4. LiPo (литий-полимерные)



5. LiFePO₄ (литий-ферофосфатные)

Одной из самых важных частей любого квадрокоптера является аккумулятор. Емкость аккумулятора определит и время, которое беспилотник может провести в полете. Для радиоуправляемых моделей есть специализированные аккумуляторы, поэтому необходимо знать, как их выбирать, эксплуатировать и заряжать. Это позволит обеспечить безопасное и долгое функционирование.

На сегодняшний день используется 5 основных типов аккумуляторов:

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

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Основные виды аккумуляторов, используемых в БПЛА

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.

Никель-кадмиеевые аккумуляторы (NiCd) часто используются для питания передатчиков, а также как силовые в тех случаях, где важны токи отдачи и большой ресурс.

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

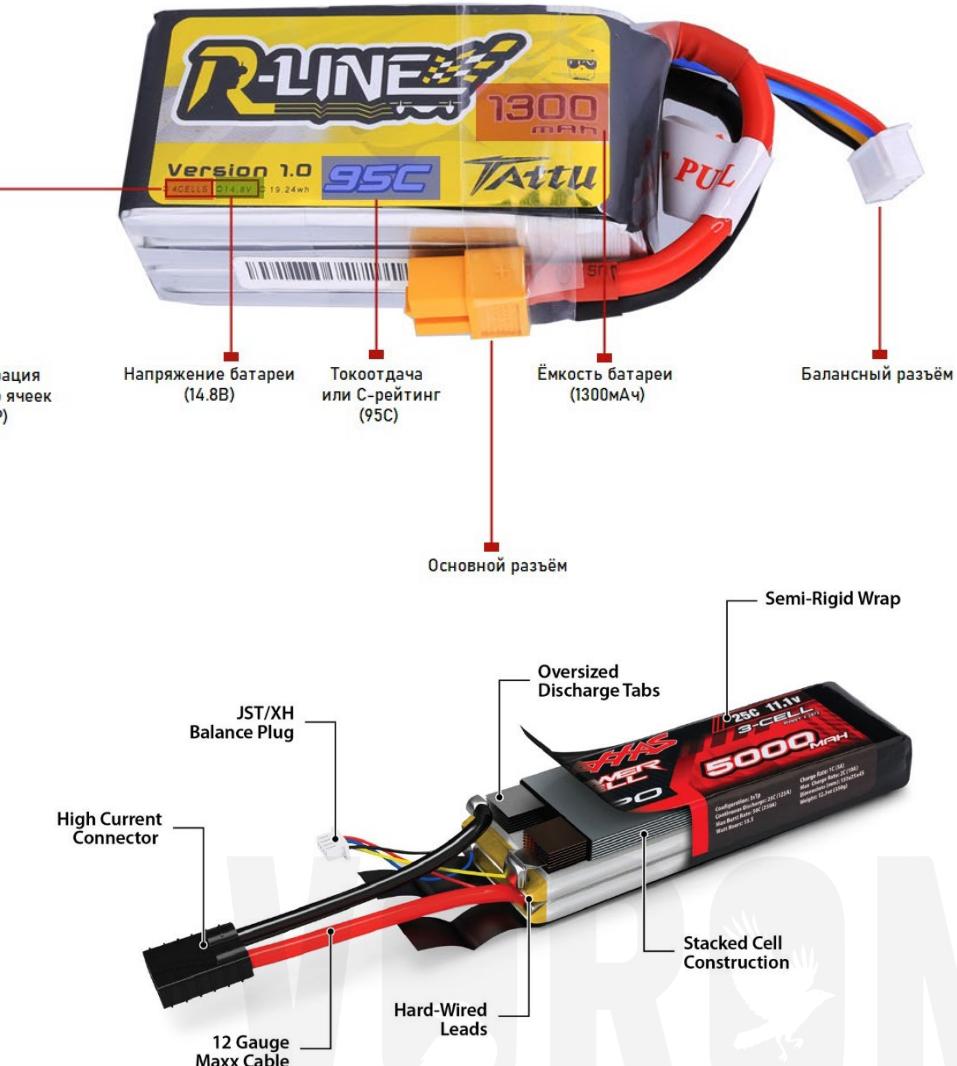
Литий-железо-фосфат (LiFePO4, LiFe, LFP, IFR), а в простонародье "лифер", был открыт в 1996 году Джоном Гуденафом как катод для Li-ion элементов. В массовое производство элементы питания поступили благодаря компании A 123 Systems и ее инвесторам корпорациям Motorola, Qualcomm и Sequoia Capital. Недостатками являются 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.

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Основные виды аккумуляторов, используемых в БПЛА

Литий-полимерные (LiPo): аккумуляторы LiPo имеют высокую плотность энергии и могут обеспечивать большую мощность, что делает их подходящими для высокопроизводительных дронов. Они легки, обладают очень высокой емкостью относительно их веса и размера, высокими токами отдачи, возможностью быстрого заряда. LiPo аккумуляторы 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.

Из литий-полимерных аккумуляторов можно выделить две основные группы – быстро-разрядные (Hi Discharge) и обычные. Отличаются максимальным разрядным током – его указывают или в амперах, или в единицах емкости аккумулятора, обозначаемой буквой «С».

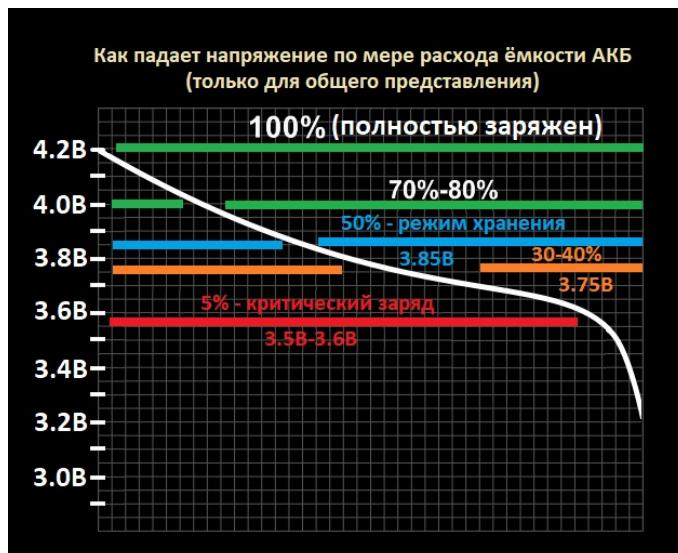


АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ

Рабочий диапазон температур LiPo.

- Для мини-квадов макс. отдача LiPo АКБ достигается при температуре от 25°C до 55°C.
- Холодная погода заметно ухудшает производительность LiPo аккумуляторов: снижается скорость разряда и эффективная ёмкость (до 40%). Распространённые симптомы при использовании LiPo в условиях отрицательных температур являются: более короткое время полёта, потеря мощности/подхвата и сильная просадка напряжения
- Для оптимальной работы будет лучшим, если перед полётом АКБ будет предварительно разогрета до 30°C ... 35°C. Для этого достаточно положить батареи в теплое место (карман например) или можно прибегнуть к так называемым "Heated LiPo Protective Bag", лучшие предложения которых имеют возможность регулировки температурных режимов
- Также LiPo не нравится, когда слишком жарко. Как только температура батареи достигает 60°C, она может вздуться и даже загореться.



При каком напряжении завершать полёт

Профессионалы рекомендуют завершать полёт, когда напряжение для каждой батареи достигает от 3.5В до 3.6В. Литий-полимерные батареи нельзя разряжать до нуля, в ней всегда должен оставаться допустимый уровень заряда!

График ниже объясняет почему. Дело в том, что напряжение в LiPo не снижается линейно по мере расхода ёмкости, а резко падает при достижении примерно 3.5В – 3.6В для каждого LiPo элемента. И если к этому времени вы еще не приземлились, то рискуете чрезмерно разрядить аккумулятор, а чрезмерная разрядка LiPo-батареи в свою очередь может привести к необратимому повреждению аккумулятора и скращению срока его службы.

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ



Литий-полимерные аккумуляторы требуют строгого соблюдения правил эксплуатации:

- не допускать перезаряда – выше 4,2 В на элемент;
- избегать короткого замыкания;
- не допускать перегрева выше 60 °С, в т. ч. при заряде или разряде высокими токами;
- не оставлять элементы питания под воздействием прямых солнечных лучей, возле отопительных приборов или открытых источников огня;
- не нарушать герметичность оболочки;
- не разряжать ниже 3 В на элемент;
- не подвергать ударам, прокалыванию и другим механическим воздействиям;
- не хранить в разряженном состоянии;
- заряжать, не дожидаясь полной разрядки;
- после использования на морозе – выдерживать пару часов при комнатной температуре, а затем заряжать;
- хранить в полузараженном состоянии в прохладном сухом месте, в стороне от тепловых приборов.



При нарушении правил эксплуатации элементы питания быстро теряют емкость. При перегреве до 70 °С происходит самопроизвольная реакция, преобразующая энергию в тепло. В результате аккумулятор может воспламениться. Но при соблюдении правил использования Lo-Po элементы они абсолютно безопасны, эффективно справляются со своими задачами и радуют долгим сроком службы. Вздутий аккумулятор нельзя использовать т.к. это может грозить разрывом корпуса.

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ

Срок службы батареи зависит от нескольких факторов.

Размер батареи. Большие батареи мощнее, потому что больше поверхность для передачи тока. Их мощность разряда, однако, значительно меньше. LiPo лучше всего подходят для дронов, потому что они легкие. Тем не менее, они также меньше, что дает им меньше электричества. Емкость относится к тому, сколько энергии аккумулятор может хранить. Оно указывается в мАч.

Ёмкость LiPo батареи измеряется в мАч/mAh (миллиампер-час/milli-amp hours). «мАч» – это, по сути, показатель того, сколько тока вы можете получить от аккумулятора в течение часа, пока он не разрядится (1000 мАч = 1Ач.).

Емкость аккумуляторов уменьшается с каждой зарядкой / разрядкой. Хранение при слишком высоких или слишком низких температурах также может привести к постепенному снижению их емкости. В конструкции модели, аккумуляторы после 50 циклов при соблюдении предписаний по зарядке и разрядке все еще обеспечивают 50–80% емкости нового аккумулятора, что достигается за счет высоких разрядных токов и индукционных токов двигателя. Аккумуляторные блоки нельзя включать ни последовательно, ни параллельно, так как емкости элементов аккумулятора могут быть слишком разными.

Батарея вашего дрона прослужит от 300 до 500 перезарядок, прежде чем потребуется ее замена. Это примерно 12 500 минут полета на одном аккумуляторе или более 200 часов.



АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ

Литий-полимерные аккумуляторы предназначенные для питания дронов имеют в своей спецификации такой важный параметр как С-рейтинг/Токоотдача/Скорость разряда (англ. C-Rating/Discharge Rate). Зная номинальное значение «С» и ёмкость батареи, мы можем рассчитать теоретический безопасный постоянный максимальный ток разряда LiPo батареи: Макс. ток разряда = C-Rating × Ёмкость/1000.



Например: Батарея с характеристиками: 2000 мАч 65С имеет расчётный макс. Ток непрерывного разряда (continuous max discharge current) – 130А.

С-рейтинг заряда/скорость заряда (англ. Charge Rate) – ещё один не менее важный параметр, который может отображаться на АКБ. Зачастую большинство аккумуляторных батарей рассчитаны на скорость заряда 1С. Данное значение предопределяет максимально допустимую силу тока, которой можно безопасно заряжать аккумулятор. Рассчитать макс. возможный зарядный ток для конкретной батареи можно по формуле: Ёмкость (мАч)/1000 × «Charge Rate» = XX ампер.

Значение зарядного тока является одним из нескольких предустановляемых настроек зарядного устройства перед зарядкой АКБ. Слишком маленькое значение С-рейтинга не позволит дрону развивать свой максимальный лётный потенциал и он будет менее динамичным. А если ток превысит номинальное значение, то можно в результате даже повредить батарею. Когда С-рейтинг выше требуемого, вы не получите значительного улучшения в производительности. Вместо этого батарея будет тяжелее, что скажется на времени полёта.



Например: Если у вас LiPo батарея ёмкостью 2200 мАч с рейтингом заряда 2С, то максимально допустимой величиной зарядного тока для неё является – 4.4А.

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ

Выбор зарядного устройства.

На рынке существует множество различных зарядных устройств и поэтому как и в случае с выбором АКБ лучшие и надёжные решения предлагают исключительно проверенные временем бренды, такие как: ProLead RC, SKYRC, EV-PEAK, Tenergy, Toolkit RC, HOBBYMATE, ISDT.

Неправильное обращение с LiPo аккумуляторами может привести к пожару.



АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Эксплуатация и срок службы АКБ



Пожалуйста, не торопитесь, ознакомьтесь с этими правилами безопасности перед использованием/зарядкой батареи.

- Никогда не оставляйте заряжаемые АКБ без присмотра, как правило все пожары вызванные возгоранием LiPo происходили именно по вине беспечности пользователя!
- Во время зарядки регулярно проверяйте, нагревается ли аккумулятор или не начинает ли он набухать, и если это так, то немедленно прекратите зарядку!
- Исправная LiPo батарея никогда не будет нагреваться во время процесса зарядки. Если данный факт имеет место быть, то необходимо немедленно прекратить процесс и выяснить причины нагрева.
- Рекомендуется заряжать батарею током 1С или меньше.
- Проверяйте соответствие настроек ЗУ с заряжаемой АКБ (например сверяйте: количество банок «S»). Никогда не используйте и не заряжайте поврежденную батарею – не заряжайте её, если она вздулась или имеет другие видимые признаки повреждения.
- Следите за тем, чтобы АКБ не перезаряжалась. Несмотря на то, что ЗУ отслеживает и не допускает факт перезаряда, рекомендуется регулярно проверять текущее напряжение батареи посредством вольтметра.
- Не оставляйте АКБ под воздействием солнечных лучей.

АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Устройство аккумуляторов БПЛА

Напряжение АКБ и количество элементов (S)

LiPo батареи состоят из отдельных элементов/ячеек/cell(s) (также обозн. как «S»; в хобби их называют «банками»).

Каждый LiPo элемент/банка имеет номинальное напряжение 3.7В. Если требуется более высокое напряжение, эти элементы могут быть соединены последовательно, чтобы впоследствии сформировать одну батарею.

Обычно при упоминании литий-полимерной АКБ ссылаются не на напряжение аккумулятора, а на количество элементов (банок) в аккумуляторе или на количество «S»:

1S = 1 cell (1-баночный аккумулятор) = 3.7В

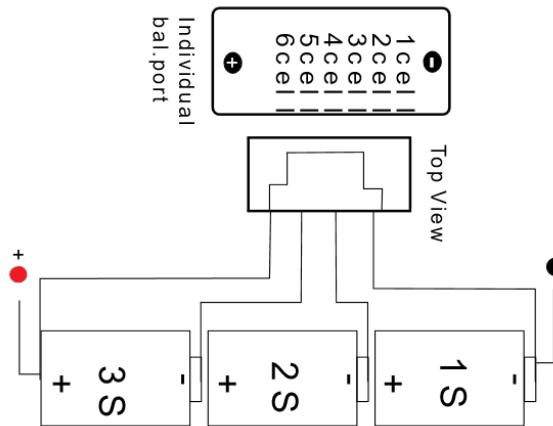
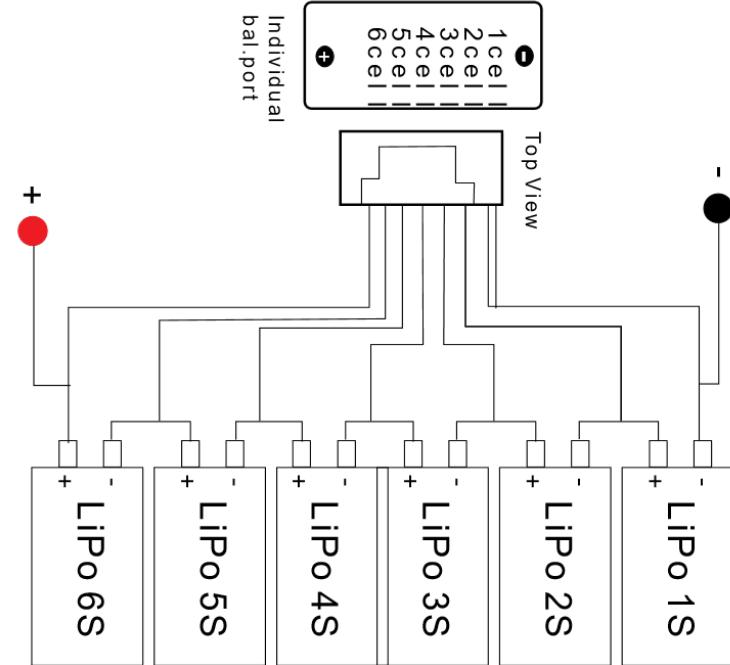
2S = 2 cells (2-баночный аккумулятор) = 7.4В

3S = 3 cells (3-баночный аккумулятор) = 11.1В

4S = 4 cells (4-баночный аккумулятор) = 14.8В

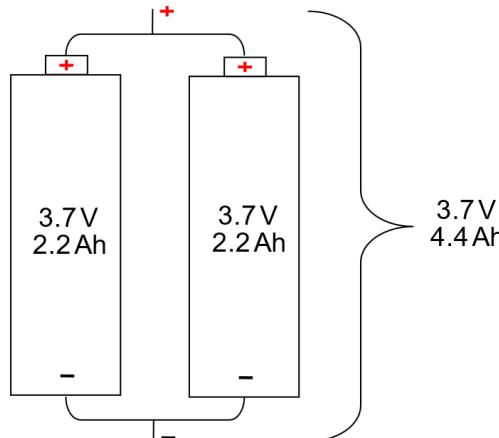
5S = 5 cells (5-баночный аккумулятор) = 18.5В

6S = 6 cells (6-баночный аккумулятор) = 22.2В

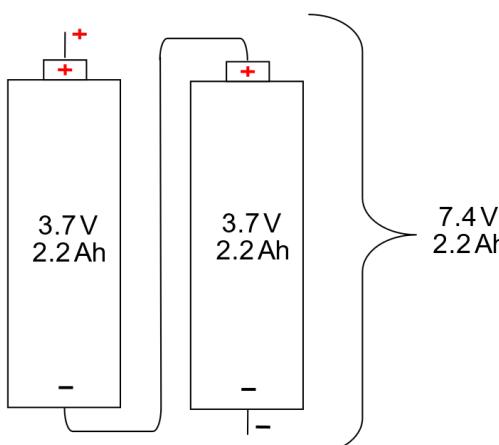


АККУМУЛЯТОРЫ ДЛЯ БПЛА

Способы соединения аккумуляторов



Параллельное соединение



Последовательное соединение

Параллельное соединение

Величина тока разряда, которую может выдержать одна банка, зависит от многих факторов, но в первую очередь от конструкции, примененных материалов и их габаритов. Чем значительнее площадь пластин у электродов, тем больший ток они могут выдерживать. Этот принцип используется для параллельного подключения однотипных банок у аккумуляторов при необходимости увеличения тока на нагрузку. Но для заряда такой конструкции потребуется поднимать мощность источника. Этот способ используется редко для готовых конструкций, ведь сейчас намного проще сразу приобрести необходимый аккумулятор. Но им пользуются производители кислотных АКБ, соединяя различные пластины в единые блоки.

Последовательное соединение

В зависимости от применяемых материалов, между двумя электродными пластинами распространенных в быту аккумуляторов может быть выработано напряжение 1,2/1,5 или 2,0 вольта. (На самом деле этот диапазон значительно шире.) Для многих электрических приборов его явно недостаточно. Поэтому однотипные аккумуляторы подключают последовательно, причем это часто делают в едином корпусе.

БАЗОВЫЙ КУРС FPV-ПИЛОТИРОВАНИЯ

9 - ОЙ ДЕНЬ ОБУЧЕНИЯ

22

Основные элементы FPV-дрона
и материалы рамы



23

Полётный контроллер и
винтомоторная группа



24

Пульт управления

УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Основные элементы коммерческого и FPV-дрона квадрокоптерного типа

Аккумуляторная батарея Li-Po
Внутри защитного корпуса



Двойная антенна приемника

Приемник получает сигналы от пульта и обменивается данными с полетным контроллером.

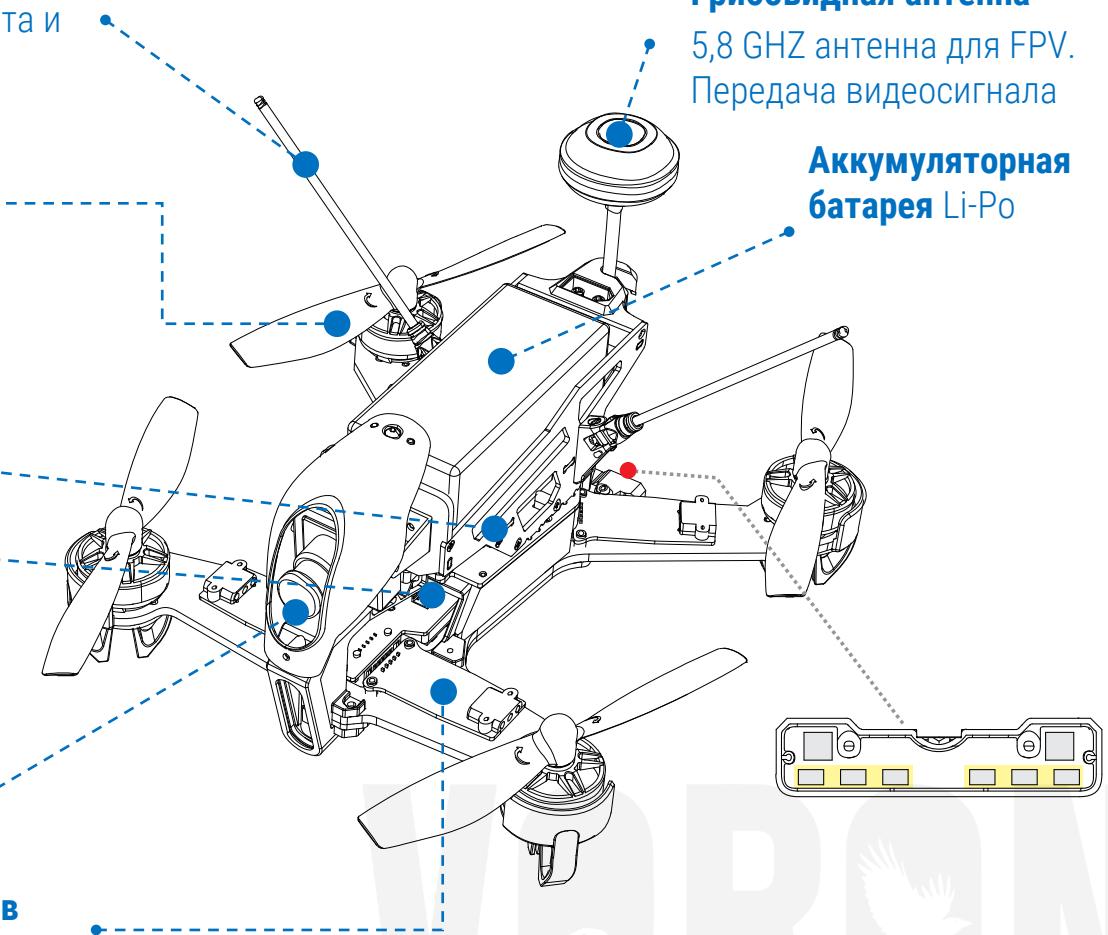
Винтомоторная группа
Двигатели и пропеллеры

Рама

Полётный контроллер

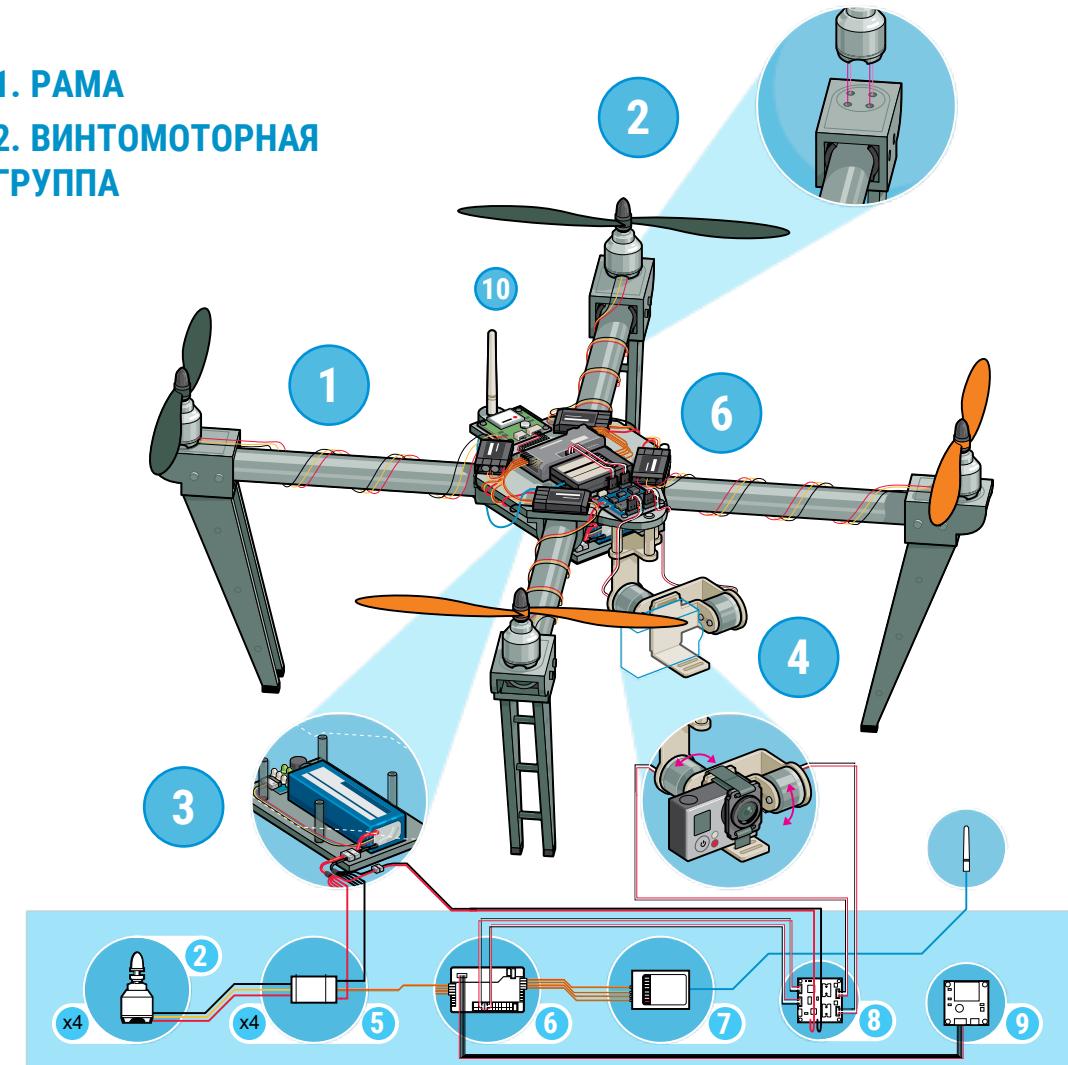
FPV-камера

Регулятор оборотов двигателя (скорости)



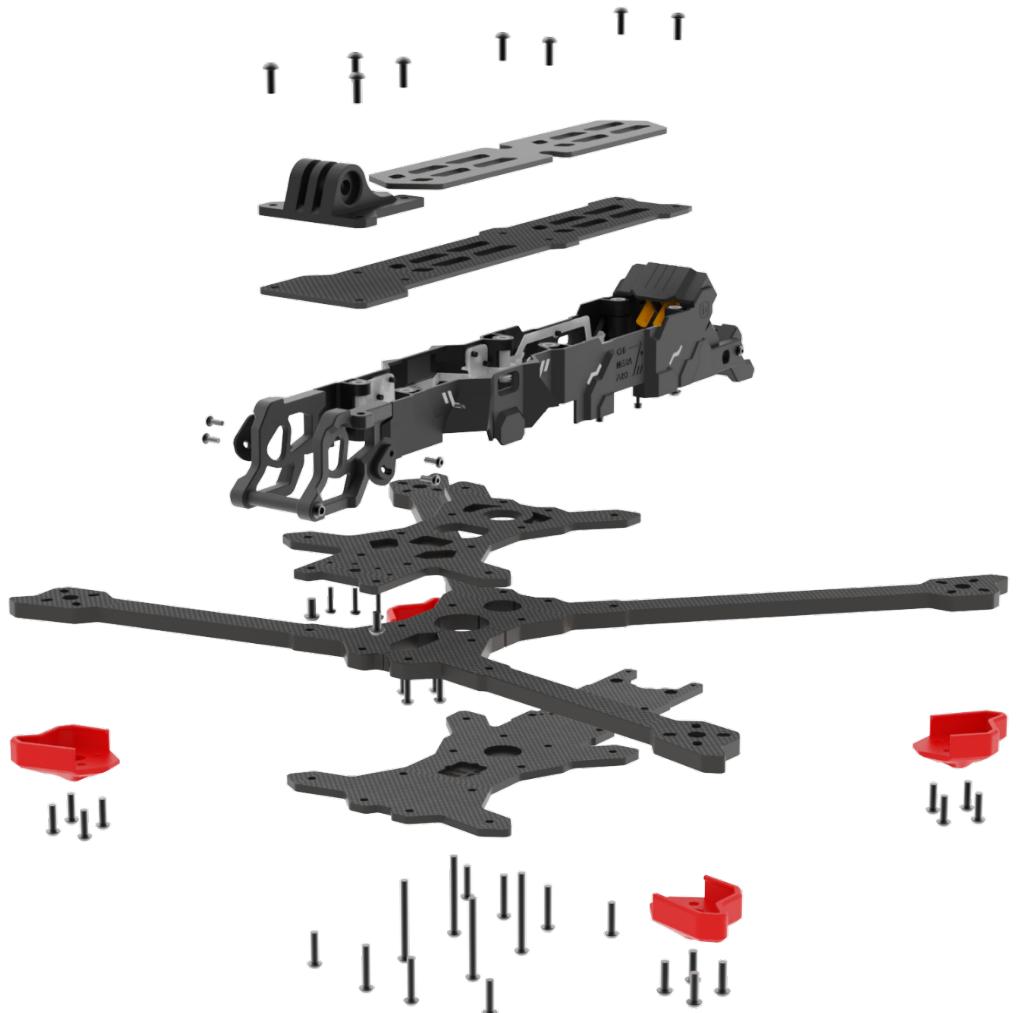
УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Основные элементы FPV-дрона квадрокоптерного типа



УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Основные элементы FPV-дрона квадрокоптерного типа



РАМА (FRAME). Рама, являющаяся основой аппарата и к которой крепятся все остальные элементы; изготавливается из полимеров или сплавов легких металлов, карбона. Рама отвечает за важные функции дрона: обеспечивает надежность и жесткость конструкции при её малом весе. Жесткость конструкции повышает стабильность управления за счет уменьшения нежелательных вибраций, а малый вес увеличивает продолжительность полёта.

Размер (Size) – «Размер» обычно указывается в миллиметрах (например, 450мм) и представляет наибольшее расстояние между двумя моторами на беспилотном летательном аппарате. Размер также может определить «класс» БПЛА (микро, мини и т.д.).

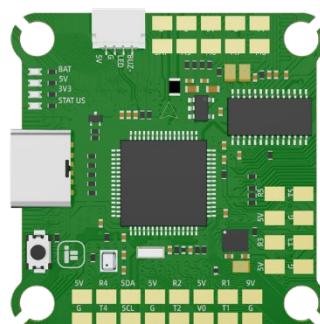
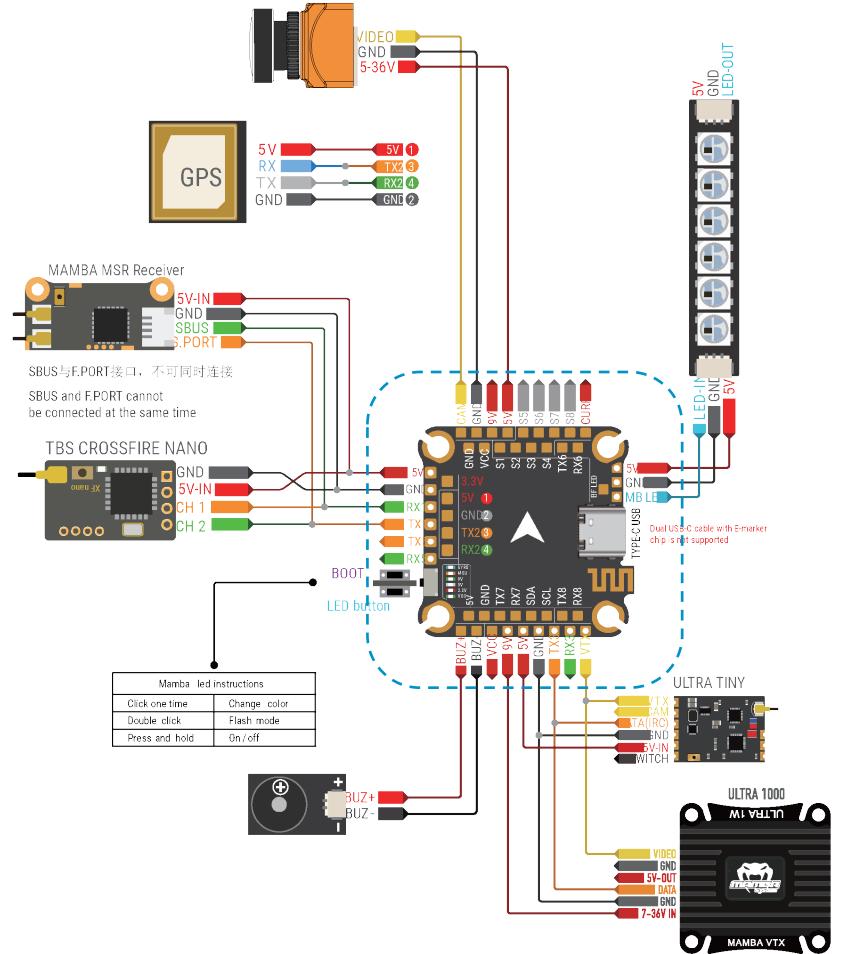
УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Полётный контроллер и винтомоторная группа

ПОЛЕТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР – самая важная часть.

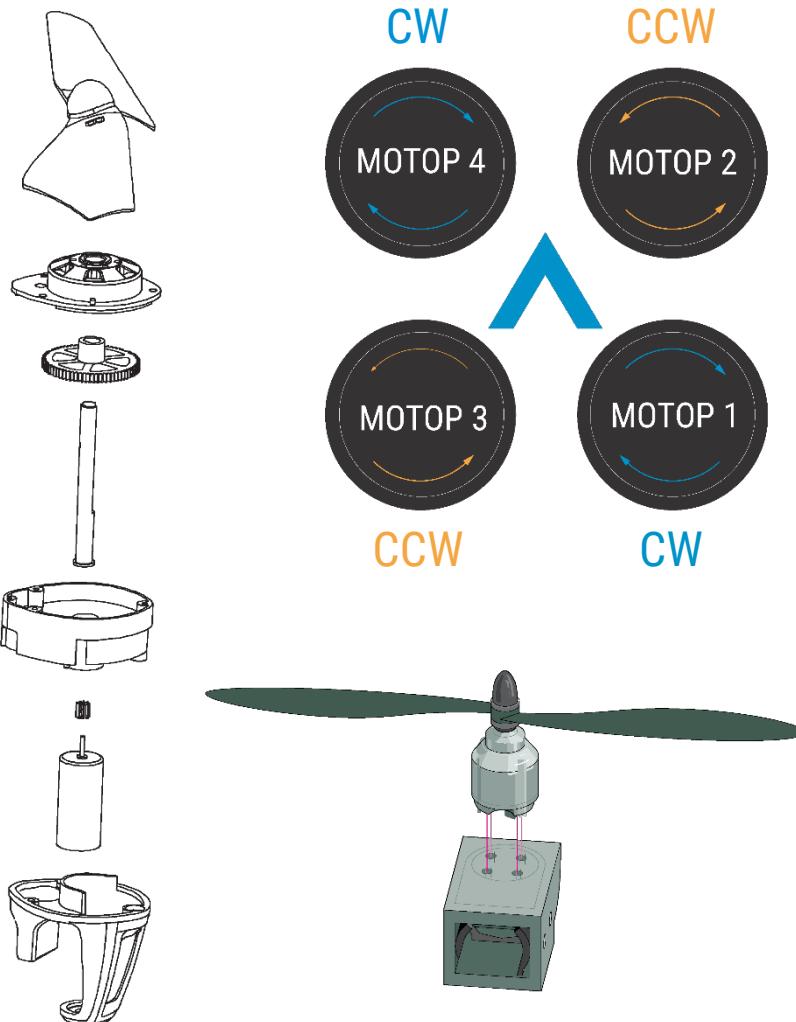
Стабильность полета и управляемость на девяносто процентов зависит от способностей полетного контроллера. Задача полетного контроллера – переводить команды от пульта управления в сигналы задающие обороты двигателя. Также в нем установлены инерциальные измерительные датчики, позволяющие следить за текущим положением платформы и выполнять автоматические регулировки.

Он определяет состояние вашего летательного аппарата, опрашивая массив датчиков сотни раз в секунду, а затем вносит микроскопические мгновенные изменения в работу каждого двигателя, чтобы обеспечить стабильное положение дрона в воздухе.



УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Полётный контроллер и винтомоторная группа



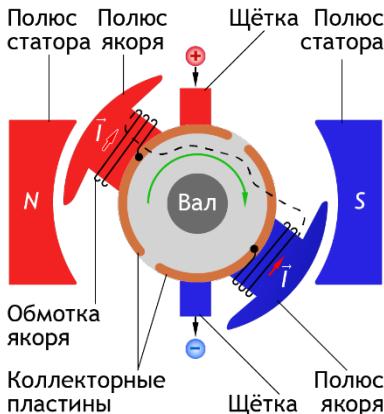
ВИНТОМОТОРНАЯ ГРУППА. Винтомоторная группа (ВМГ) – установка, создающая тягу, под воздействием, которой винтовой ЛА движется в требуемом направлении (или стремится двигаться, например, зависает, когда сила, создаваемая ВМГ компенсируется силой тяжести).

В ВМГ входят двигатель, воздушный винт, узлы (например, механизмы управления коллективным шагом лопастей воздушного винта), системы и агрегаты, необходимые для обеспечения надёжной и эффективной работы. Также в ВМГ может входить контроллер мотора, определяющий его характеристики.

Винтомоторная группа (ВМГ) – это совокупность электродвигателя и закрепленного на его валу воздушного винта. **CW** – по часовой стрелке. **CCW** – против часовой стрелки.

УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Винтомоторная группа



ДВИГАТЕЛЬ (МОТОР) – коллекторный (щёточный) или бесколлекторный (бесщёточный). **Коллекторный электродвигатель** – простейший по реализации электродвигатель, имеющий в своём составе ротор с обмотками, статор с постоянными магнитами, положительными с одной стороны и отрицательными – с другой, коллектор (две металлические пластины, подключённые к статору) и щётки, контактирующие с коллектором.

Бесколлекторный электродвигатель отличается высоким КПД и большим сроком службы при соблюдении условий эксплуатации, в нём отсутствуют коллектор и щётки, соответственно, из трущихся деталей остаются лишь шариковые подшипники, трение в которых минимально. В отличие от коллекторного двигателя, у бесколлекторного вращается ротор с магнитами, а статор с обмотками неподвижен. Различают инраннеры (с внутренним ротором) и аутраннеры (с внешним). Вторые как правило используются для мультикоптеров ввиду большего крутящего момента и как следствие – отсутствия необходимости в понижающем редукторе.

KV – количество оборотов на вольт KV это просто параметр, показывающий сколько оборотов в минуту совершил двигатель, он не будет показателем мощности, тяги или эффективности.

KV 8000 это значит, что если подать на двигатель 1 вольт, то он будет крутиться со скоростью 8 тысяч оборотов в минуту.



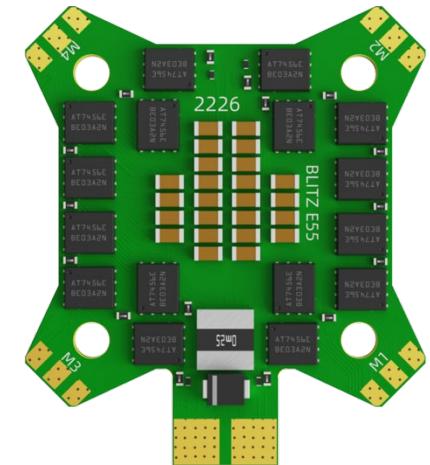
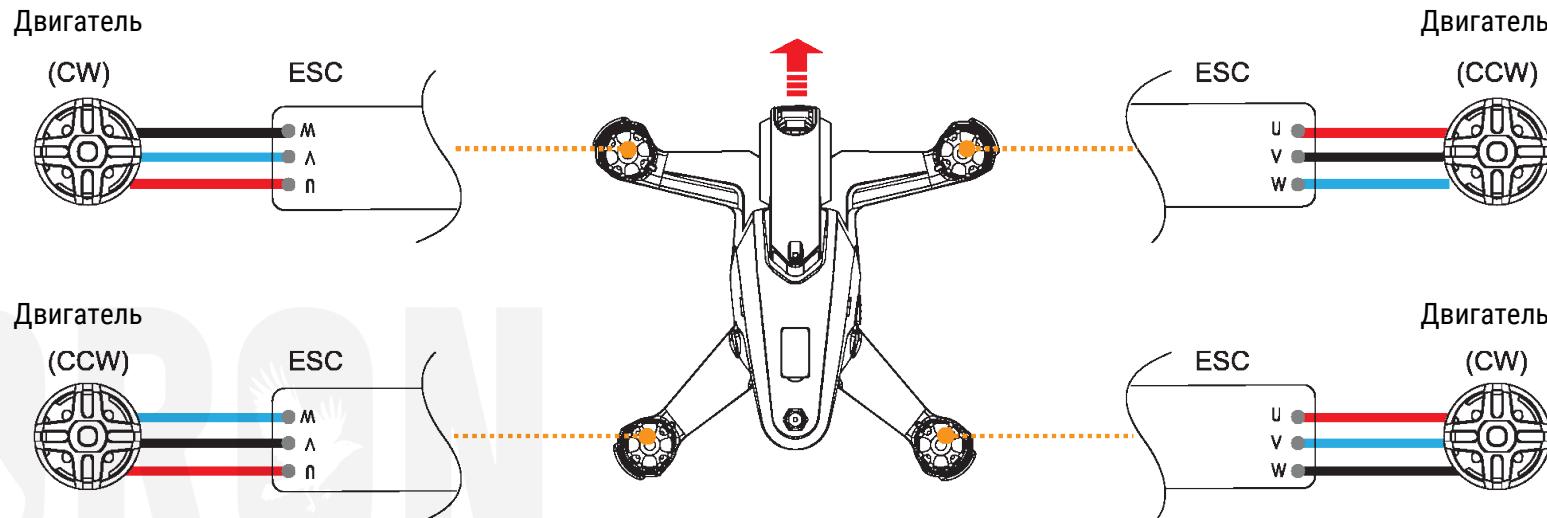
УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Винтомоторная группа

РЕГУЛЯТОР ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ (ESC). ESC или Electronic Speed Controller – регулятор хода или скорости. Он предназначен для регулирования скорости вращения моторов (к примеру, в квадрокоптерах гоночного типа). ESC получает сигнал от полётного контроллера и управляет бесколлекторным двигателем путём изменения его скорости вращения посредством управления мощностью. При выборе ESC важно учитывать его размер и вес, максимальный ток, напряжение питания, прошивку, процессор, используемые протоколы, активное торможение и аппаратный ШИМ.

У регулятора есть пара важных характеристик:

- 1) Максимальный вольтаж аккумулятора (в банках), например от 2S до 3S, на втором от 2S до 6S. Поставите больше, чем надо – сгорит.
- 2) Максимальный ток, который способен выдержать регулятор.



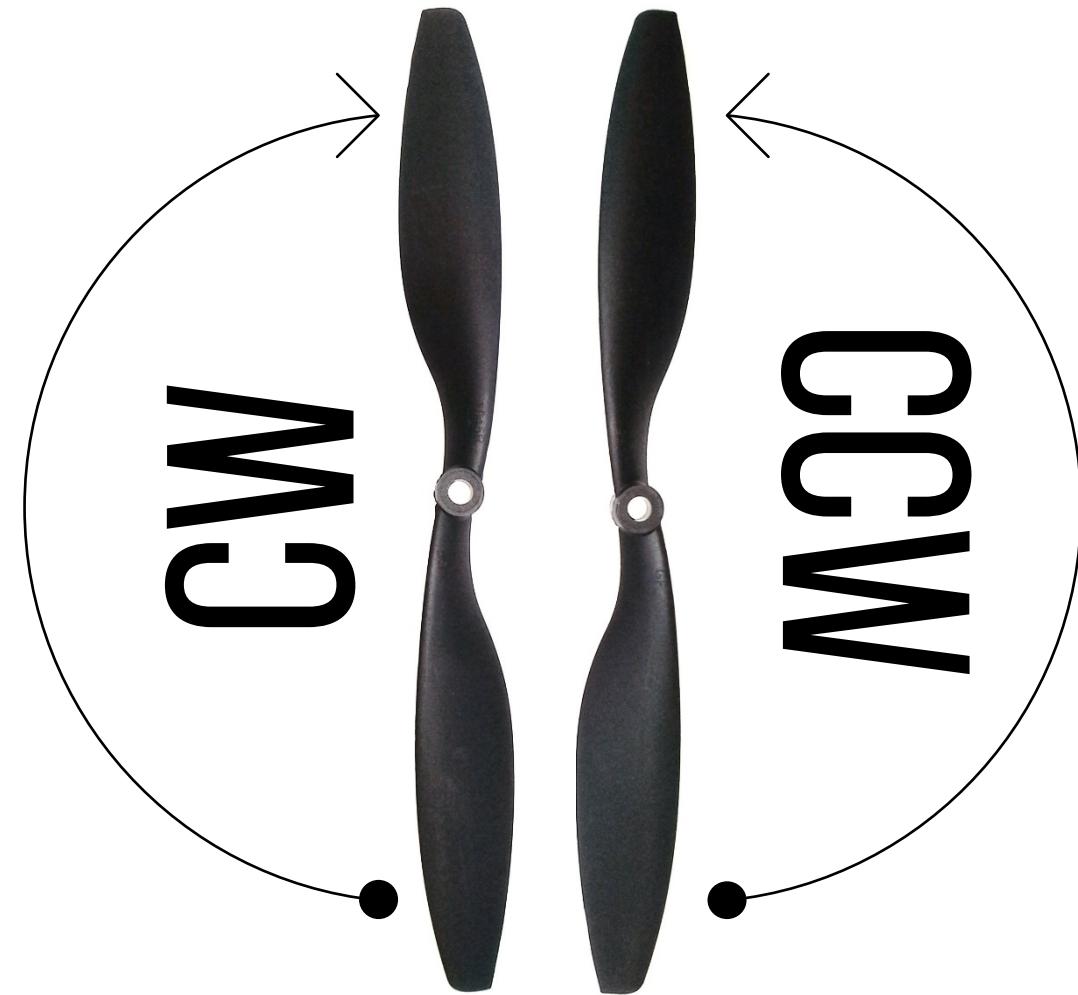
УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Винтомоторная группа

ВИНТЫ (ПРОПЕЛЛЕРЫ). Для мультикоптеров применяют винты, имеющие две и более лопасти. Увеличивая диаметр воздушного винта, мы повышаем его статическую тягу, а увеличивая шаг — скорость потока, соответственно, повышая КПД винта на высокой скорости полёта. Просто увеличить оба значения невозможно — в этом случае возрастёт нагрузка на двигатель и резко снизится эффективность ВМГ.

Конфигурация пропеллера это то, сколько лопастей у пропеллера. Самым эффективным будет однолопастной пропеллер, но его физически нельзя использовать из-за дисбаланса.

Определяющими параметрами являются диаметр и шаг винта. Шаг винта соответствует воображаемому расстоянию, который проходит винт в несжимаемой среде за один оборот. Размер пропеллеров зависит от размера рамы. Все пропеллеры начинаются с маркировки, например, 5045, это 5-дюймовые пропеллеры с шагом 4,5. Размер допустимых пропеллеров должен быть указан в описании к раме.



УСТРОЙСТВО FPV-ДРОНА

Аппаратура радиоуправления, передача видеосигнала



АППАРАТУРА РАДИОУПРАВЛЕНИЯ. Радиоаппаратура имеет важное значение для управления вашим дроном в полете. Частота радиопередатчика является важным фактором, который следует учитывать при выборе передатчика для вашего FPV-дrona. Разные модели контроллеров используют разные протоколы для связи с приемниками (миниатюрной микросхемы, которая ставится на дрон). Приемник ELRS на дроне никакой прошивкой не заставишь работать с модулем Crossfire на вашем пульте. Поэтому, при покупке контроллера необходимо понимать, что вы выбираете не только его, но и приемник на дрон.

Частота использования для передачи видео-сигнала. Как правило, видео-передатчики работают на частоте 900 МГц, 1,2 ГГц, 2,4 ГГц или 5,8 ГГц. В диапазонах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц меньше всего помех на бортовое оборудование. Они абсолютно точно не будут пересекаться с сотовыми сетями и диапазонами авиации, и для них можно прикупить лучшие антенны.

ВИДЕОПЕРЕДАТЧИК (VTX) является важнейшим компонентом системы FPV, по беспроводной сети передающий изображение с камеры в очки для FPV-системы. При выборе VTX с частотой 5,8 ГГц учитывайте компактные размеры, характеристики, поддержку каналов и точную частоту передачи, в дополнение к большому радиусу действия и высокой выходной мощности, чтобы обеспечить оптимальные летные характеристики и минимальные помехи для коллег-пилотов.

ОСОБАЯ БЛАГОДАРНОСТЬ

Особая благодарность за создание, корректировку, доработку данного методического материала:

VORON  FPV, ® Союз-2.1, @Murmansk01

Каналам в телеграм, которые максимально правильно и честно освещают применение FPV-дронов в современных реалиях:



@ncbs18



@uavral



@xronikabpla



@Lunay14



@BOBRMORF



@BPLAROSTOV



@aucpustelga



@sudoplatov_official



@razvedosaa



@dva_majors



@Mestb_Dobroj_Voli



@labppsh



@zloy_dron



@vladlentatarsky



@MishaDonbass



@FPV_vyZOV



@voenacher



@z4lpr



@DroneCenterDNR



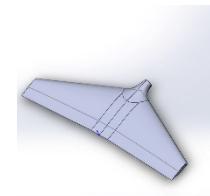
Ветер Восточный



@dronesrussia



@KovaksClearSky



@UAVDEV



@StavBPLA



@makers2fron



@TFSURICATS



@rustroyka1945



@boris_rozhin



@ClanSever