

Руководство начинающего пилота.

Что такое гонки дронов?

Гонки дронов – одно из самых современных, перспективных и быстроразвивающихся направлений технологических видов спорта. Спортсмены – пилоты гоночных дронов – соревнуются в скорости прохождения трасс, в быстроте реакции и совершенстве моделей своих летающих болидов. Для управления полетом они используют специальные очки или шлем, в которых они в режиме реального времени видят картинку с камеры, установленной на дроне. Такой способ управления называется FPV (First Person View – вид от первого лица). Он позволяет пилоту полностью погрузиться в процесс управления и создает ощущение полета, как будто он сам находится внутри модели. Это ощущение является одной из главных причин, по которой гонки на дронах завоевали сердца огромного числа людей по всему миру.

Какие дроны подходят для гонок?

В подавляющем большинстве случаев для гонок применяются квадрокоптеры – летательные аппараты, имеющие четыре мотора. По ряду причин пилоты почти всегда сами подбирают комплектующие для своих моделей и самостоятельно их собирают, несмотря на то, что существуют и готовые модели, не требующие сборки.

Квадрокоптер для гонок должен быть максимально крепким и надежным, но при этом он должен иметь минимальный вес. Его конструкция должна быть достаточно простой, чтобы в случае поломки пилот мог самостоятельно быстро выполнить ремонт. Следует учитывать, что вероятность поломки при падении очень сильно зависит от того, как и из каких комплектующих собран квадрокоптер.

Падения, столкновения с препятствиями и с другими дронами – обычное дело на трассе. Но далеко не в каждом случае после этого требуется серьезный ремонт. Чаще всего требуется просто отряхнуть дрон от пыли или заменить пропеллер. Иногда могут ломаться моторы, детали рамы, камеры, антенны. В редких случаях может выйти из строя электроника. Но, несмотря на такую статистику, полностью избежать поломок нельзя, поэтому для участия в соревнованиях желательно иметь, как минимум, два одинаковых дрона и комплект запчастей для ремонта.



Для управления гоночным дроном нужен пульт управления, внешне чем-то напоминающий джойстик, а для контроля за полетом нужны специальные FPV-очки или шлем. Чтобы в этих очках появилось изображение, дрон должен быть оборудован видеопередатчиком и подключенной к нему камерой.

Гоночные квадрокоптеры работают от аккумуляторных батарей. Время полета на одной батарее составляет от 1 до 5 минут в зависимости от скорости полета, а также от емкости аккумуляторной батареи. Для продолжительных тренировок и соревнований необходимо иметь запас из нескольких таких батарей. Для их зарядки требуется специализированное зарядное устройство.

Из чего состоит гоночный квадрокоптер?

Основные компоненты квадрокоптера:

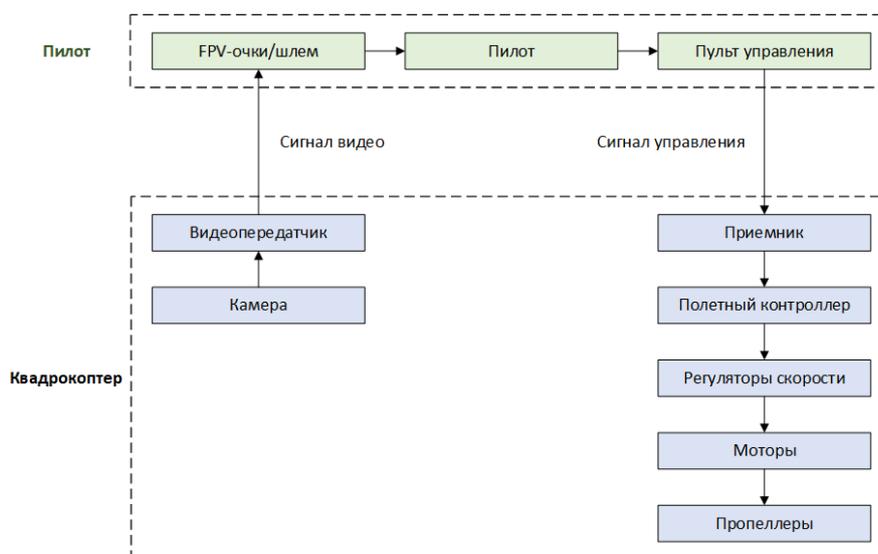
Рама	Моторы
Аккумулятор	Пропеллеры
Приемник	Камера
Полетный контроллер	Видеопередатчик
Регуляторы скорости	Антенна

Дополнительное оборудование:

Пульт управления
FPV-очки или FPV-шлем
Запас аккумуляторов
Зарядное устройство
Инструменты для сборки и ремонта
Запасные части

Процесс управления квадрокоптером

На следующей схеме изображена упрощенная схема взаимодействия пилота с квадрокоптером, а также элементов квадрокоптера между собой. Стрелками показано направление передачи информации, сигналов или каких-либо воздействий.



Во время полета видеопередатчик постоянно транслирует картинку с камеры по радиоканалу. Очки или шлем, в которые смотрит пилот, в реальном времени показывают ему эту картинку – это дает пилоту визуальное понимание того, где находится его дрон и в каком направлении он летит. Полагаясь на эту информацию, пилот использует аппаратура управления, чтобы при необходимости корректировать направление и скорость полета. Аппаратура управления формирует радиосигнал и транслирует его по другому каналу, который не пересекается с каналом для видео. На дроне установлен приемник сигнала управления. Он преобразует радиосигнал в формат, понятный полетному контроллеру. Полетный контроллер получает этот сигнал, обрабатывает информацию с собственных датчиков и вычисляет, с какой скоростью должен вращаться каждый из четырех моторов. Соответствующие сигналы передаются четырем регуляторам скорости моторов. Они в свою очередь заставляют моторы вместе с пропеллерами вращаться с заданной скоростью. Таким образом, квадрокоптер сохраняет свое положение в пространстве, при этом движется туда, куда его направляет пилот.

Рама



Рама – это основа квадрокоптера. На ней размещаются все остальные его компоненты, она защищает электронику от повреждений. Чаще всего рамы имеют крестообразную форму. В наиболее простом и распространенном исполнении рама состоит из двух пластин – верхней и нижней. Между собой они соединены алюминиевыми или титановыми стойками, а также двумя дополнительными боковыми пластинами. Верхняя пластина вместе со стойками называется башней.

Нижняя пластина играет ключевую роль в конструкции рамы, поскольку к ней крепятся практически все основные компоненты квадрокоптера, а от выбора ее формы и толщины зависят прочность, вес и удобство сборки. Верхняя пластина в большей степени выполняет защитную функцию, однако к ней тоже могут быть прикреплены некоторые компоненты. Боковые пластины добавляют жесткости башне, а также могут служить для крепления камеры.



Наиболее распространенным материалом для изготовления рам является карбон. Он очень жесткий и прочный, и при этом легкий. В нашей стране также широко распространены рамы из стеклотекстолита. Он незначительно уступает карбону по жесткости и весу, но зато имеет в два раза меньшую стоимость и отлично подходит для начинающих пилотов и тренировок любителей.

При выборе рамы следует обратить внимание на следующие характеристики:

- Размер: «75мм», «130мм», «200 мм», «330мм» и тд (определяется как расстояние между центрами моторов, расположенных друг против друга по диагонали. Определяет класс дрона).

- Масса: Вес рамы – это ключевой фактор. Хотя все рамы довольно стандартные – тем не менее спортсмены гонятся за каждым граммом и рама это первая деталь которую начинают облегчать. Главное оставаться в рамках технического регламента и не уменьшить характеристики прочности рамы.

- Камера: рама может быть рассчитана на установку микро-, мини- или нано камеры (см. раздел «Камера»), но также может быть и универсальной для всех размеров камер.

- Крепежные отверстия для электроники: рама может предполагать установку электроники стандартного или микро-формата (см. разделы «Полетный контроллер» и «Регуляторы скорости моторов»).

Аккумуляторы и зарядное устройство



Источником энергии квадрокоптера является литий-полимерная аккумуляторная батарея. Она крепится к раме с помощью ремешка с «липучкой» либо на квадрокоптере предусмотрено посадочное место, чтобы при разряде батареи ее можно было быстро и легко поменять.

Каждая батарея состоит из нескольких элементов. От их количества зависит номинальное напряжение батареи. Количество последовательных элементов в батарее обозначается буквой «S». Так, например, батарея из четырех элементов имеет маркировку «4S».

Второй важной характеристикой аккумулятора является его емкость. Она измеряется в миллиампер-часах («mAh»). С ней связан еще один ключевой параметр – величина тока отдачи, она обозначается буквой «C». Силу тока, которую может выдать аккумулятор, можно получить, умножив токоотдачу на емкость. Например, аккумулятор емкостью 1000 mAh с токоотдачей 70C может выдать 70 000 mA или 70 A.

Все эти параметры напрямую влияют на максимальную скорость полета дрона и на общее время его полета на одной батарее. Подбор аккумуляторов тесно связан с подбором всех электронных компонентов квадрокоптера. К примеру, все они должны поддерживать работу от выбранного напряжения питания, при этом аккумулятор должен иметь такую токоотдачу, которая требуется моторам.

Для гоночных дронов наиболее подходящими являются аккумуляторы со следующими характеристиками:

Тип аккумулятора: литий-полимерный (LiPo).

Емкость: для 75мм – 1S 550 mAh / для 200мм 6S от 1300 до 1500 mAh / для 330мм 6S 2200 mAh.



Для зарядки аккумуляторов необходимо использовать только специализированные зарядные устройства, которые созданы для работы с литий-полимерными батареями. Зарядное устройство может пригодиться не только для зарядки других аккумуляторов, кроме как для квадрокоптера, например, для аппарата управления или очков.

Очень важно всегда соблюдать правила работы с аккумуляторами и зарядными устройствами! Пренебрежение этими правилами может привести к возгоранию аккумулятора!

Приемник и аппаратура управления

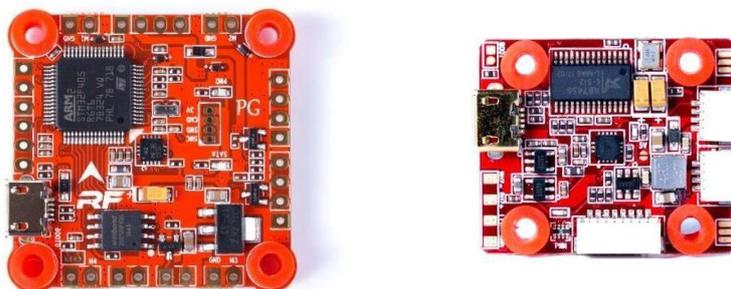


Приемник – одна из самых маленьких деталей квадрокоптера. Это миниатюрная электронная плата, к которой прикреплен антенна. Задачей приемника является прием радиосигнала от аппаратуры управления и передача этого сигнала в электронном виде на полетный контроллер.

Приемник и аппаратура управления должны быть совместимы друг с другом. Как правило, аппаратуры управления и приемники, выпускаемые одним и тем же производителем, являются совместимыми, однако из этого правила есть исключения. Существуют и универсальные аппаратуры управления, которые совместимы одновременно с различными приемниками.

Аппаратуры управления могут иметь различную форму и набор функций. Однако все модели, подходящие для управления дроном, объединяет наличие двух рычагов (стиков), а также нескольких выключателей (тумблеров).

Полетный контроллер



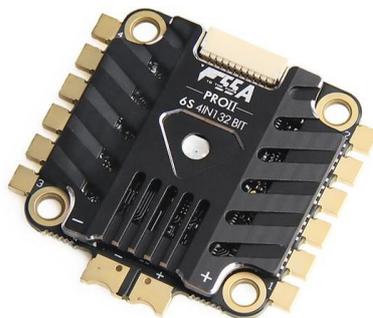
Полетный контроллер – это «мозг» квадрокоптера. Он представляет собой небольшую плату, главным элементом которой является микроконтроллер – миниатюрный компьютер. В него записана прошивка – программа для управления полетом. К полетному контроллеру подключается приемник и регуляторы скорости моторов. Основной задачей полетного контроллера является стабилизация положения дрона в пространстве, вне зависимости от внешних факторов, таких как, например, ветер. Также полетный контроллер отвечает за выполнение команд пилота, когда необходимо изменить направление или скорость полета.

Регуляторы скорости моторов

ESC значит **Electronic Speed Controller** — регулятор хода или скорости. Как видно из названия — они нужны для регулировки скорости вращения моторов . ESC получает сигнал (уровень газа) от полетного контроллера и управляют бесколлекторным мотором, меняя его скорость вращения за счет управления мощностью. Качественные регуляторы позволят избежать множества проблем и дадут полностью насладиться полетом. Подразделяются на отдельные регуляторы скорости, когда для каждого мотора устанавливается отдельный регулятор, который крепится на луче рамы квадрокоптера.

Регуляторы скорости 4в1. Тут уже все 4 регулятора располагаются на одной плате и устанавливаются в центр рамы. Первая вещь, на которую нужно обратить внимание — это максимальный ток, он измеряется в амперах (55А). Моторы потребляют энергию при вращении, если им нужен ток больше, чем может выдать регулятор, то регулятор начнет греться и в итоге откажет. Это может даже привести к полному сгоранию регулятора, в прямом смысле этого слова! Есть три вещи, которые влияют на потребляемый ток и могут перегрузить регуляторы:

- Увеличение KV моторов
- Увеличение размера мотора (диаметр и высота статора)
- Более «тяжелые» пропеллеры (диаметр или шаг).



Есть два значения максимального тока: **максимальный продолжительный ток** и **пиковый ток**. Максимальный продолжительный ток (Continuous current) — это ток через мотор, который может выдавать регулятор скорости продолжительное время без вреда для себя. Даже в гонках вы не будете использовать максимальный газ продолжительное время, а регуляторы обычно способны выдерживать гораздо больший ток в течение короткого времени (порядка 10 секунд), это и есть пиковый макс. ток (burst current rating).

Некоторые новички ошибочно считают это значение током, который выдает регулятор на моторы: на самом деле всё наоборот. Это моторы определяют потребляемый ток, поэтому рейтинг регуляторов должен быть такой же, как у моторов (или выше). Но использовать очень мощные и большие регуляторы нет никакого смысла, например, если вы замените 20А регулятор 40-амперным, то коптер будет хуже летать из-за увеличившегося веса.

Моторы



Моторы бывают двух типов: коллекторные(щеточные) и бесколлекторные. В гоночных дронах используют бесколлекторные моторы. На один квадрокоптер устанавливают четыре мотора с одинаковыми характеристиками.

Мотор любого производителя имеет две основные характеристики: размер статора (размер неподвижной части внутри мотора) и количество оборотов на вольт KV (грубо говоря, этот

показатель обозначает максимальную скорость вращения, но это не совсем точное определение). Например, обозначение мотора «2207 1950 KV» означает, что диаметр статора составляет 22 мм, его высота – 7 мм, а количество оборотов на вольт составляет 1950.

Наиболее подходящими для гонок являются моторы со следующими параметрами:

Тип мотора: бесколлекторный (brushless)

Для 75мм

Размер статора: 0802 или 0803.

Количество оборотов на вольт: от 22000kv до 27000kv

Для 200мм

Размер статора: 2207 или 2207,5.

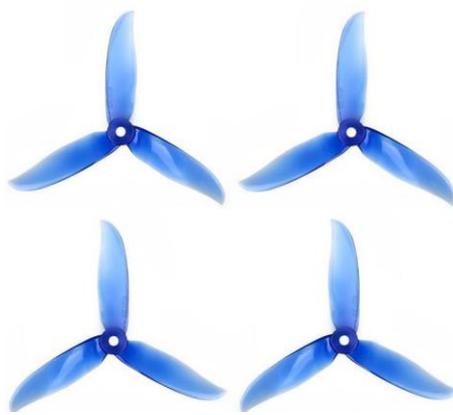
Количество оборотов на вольт: от 1950kv при аккумуляторе 6s

Для 330мм

Размер статора: от 2806,5 до 2808.

Количество оборотов на вольт: от 1300kv до 1500kv при аккумуляторе 6s

Пропеллеры



Характеристиками пропеллеров является их диаметр, шаг и количество лопастей. В обозначении пропеллера всегда указаны диаметр и шаг. Количество лопастей разные производители указывают по-разному, хотя, как правило, это видно из без маркировки. Например, обозначения «Т5045», «3 Blade 5045» и «Tri-Blade 5045» обозначают одно и то же – трехлопастной пропеллер с диаметром 5 дюймов и шагом 4.5 дюйма. Чем больше шаг пропеллера, тем большую тягу он создает при той же скорости вращения мотора. Это в свою очередь, влияет на скорость и маневренность квадрокоптера.

Комплект пропеллеров для квадрокоптера состоит из двух пар пропеллеров: одна пара – прямого вращения, другая пара – обратного вращения.

Камера

Камера на гоночном дроне нужна для того, чтобы пилот мог видеть, куда летит его дрон. Камера неподвижно крепится к раме и всегда направлена вперед по ходу движения. Сама по себе она не записывает видео и не делает фотографий, поскольку ее основная задача – передавать изображение на видеопередатчик.

Изображения с разных камер, в зависимости от их технических характеристик и настроек, могут отличаться точностью передачи цвета, яркости и контрастности. В целом, большинство современных камер обеспечивают достаточно хорошее качество изображения. Выбор камеры, как правило, становится делом вкуса.



Существует три основных формата камер: нано, мини и микро. Они отличаются размерами корпуса и линзы. Поскольку размер камеры не влияет на качество изображения, для гоночных дронов целесообразно использовать камеры микро-формата. Это позволяет снизить общий вес модели. Однако всегда следует учитывать возможность установки камеры того или иного формата на выбранную раму квадрокоптера. И главным выбором камеры станет выбор системы к которой базово относится камера – аналоговые, полуцифровые «HDZERO», цифровые. Обычно производители и магазины указывают комплектацию в названии или принадлежность камер к той или иной системы в описании.

Предпочтительно использование камеры, имеющей следующие характеристики:

Угол обзора: от 140°.

Фокусное расстояние: от 1.6 до 2.1 мм.

Наличие функции WDR (динамический баланс белого).

Видеопередатчик и FPV-оборудование

Видеопередатчик - это устройство которое принимает аналоговый или цифровой видеосигнал с FPV камеры, обрабатывает его и транслирует на ваше принимающее устройство. Это может шлем или очки, а может быть и просто монитор.



Главные характеристики FPV передатчиков – это частота, мощность и количество каналов. Обычно FPV сигнал передается на частоте 5.8GHz. Дальнобойные системы работают на частоте 1,2ГГц. Большинство приемников и передатчиков имеют 40 и более каналов – рабочих частот. Это позволяет одновременно летать нескольким пилотам. Широкое распространение получили FPV передатчики с мощностью от 25mW до 600mW. Для гонок дронов хватит мощности от 25mW до 200mW. Для большей дальности нужно увеличивать мощность и использовать хорошие антенны.

Каналы — это предопределенный набор частот, на которых вы будете передавать/принимать сигнал. В диапазоне 5,8 ГГц есть больше 9 сеток и 72 каналов. Желательно, чтобы приемник видеосигнала был совместим со всеми каналами. Чаще всего передатчики встречаются с сетками (A,b,E,F,r,L).

Band	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8
Band-A	5865	5845	5825	5805	5785	5765	5745	5725
Band-b	5733	5752	5771	5790	5809	5828	5847	5866
Band-E	5705	5685	5665	5645	5885	5905	5925	5945
Band-F	5740	5760	5780	5800	5820	5840	5860	5880
Band-r	5658	5695	5732	5769	5806	5843	5880	5917
Band-U	5325	5348	5366	5384	5402	5420	5438	5456
Band-o	5474	5492	5510	5528	5546	5564	5582	5600
Band-L	5333	5373	5413	5453	5493	5533	5573	5613
Band-H	5653	5693	5733	5773	5813	5853	5893	5933

Антенна

Антенна преобразует электромагнитное излучение в электрический сигнал и наоборот. Антенны для FPV обеспечивают беспроводную связь между видео передатчиком и приемником, это очень важный элемент FPV оборудования, они очень сильно влияют на качество сигнала и радиус уверенного приема.



Вне зависимости от дизайна и внешнего вида все антенны состоят из нескольких частей.

- Активный элемент — проводник, который передает сигнал в эфир или принимает его
- Коаксиальный кабель — специальный кабель в оплетке для передачи сигнала между разъемом и активным элементов без излучения сигнала в эфир. Используется для увеличения длины антенны, часто сделан из прочных и жестких материалов, чтобы его можно было согнуть под необходимым углом. Коаксиальный кабель использовать не обязательно, активный элемент можно напрямую подсоединить к разьему
- Разъем — используется для соединения антенны с приемником или передатчиком.

Антенны для FPV делаются из гибких медных жил или других проводящих материалов, поэтому обычно они защищены пластиковым корпусом. Такие корпуса изготавливаются из радиопрозрачных материалов и поэтому они не ослабляют сигнал, а только помогают защитить антенну в случае аварии.

Инструменты и расходные материалы для сборки квадрокоптера

Минимальный набор инструментов, который требуется для сборки дрона:

Паяльник с тонким жалом (мощность от 25 Вт)

Припой (ПОС-61)

Жидкий флюс (ЛТИ, СКФ)

Пинцет

Кусачки

Ножницы

Шестигранники (размеры 1.5, 2, 2.5)

Гаечный ключ на 8

Расходные материалы:

Изоляционная лента

Двусторонняя клейкая лента

Кабельные стяжки (ширина 2.5, 3.5 мм)



История возникновения квадрокоптеров:

Идея создания многовинтового летательного аппарата возникла в начале эпохи вертолетостроения. Георгий Ботезат в 1922 году сконструировал и поднял в воздух один из первых квадрокоптеров. Главным недостатком таких четырехроторных вертолетов была несовершенная система трансмиссии, в которой мощность ко всем винтам передавалась от одного мотора. В 1950 годы авиаконструкторы вновь вернулись к разработке мультикоптеров, но только в наше время для дронов наступила эра возрождения и обновления, квадрокоптеры стали беспилотными летательными агрегатами с широким набором функций.

ЧТО ТАКОЕ "ДРОН"

Беспилотный летательный аппарат - квадрокоптер принято называть дроном.

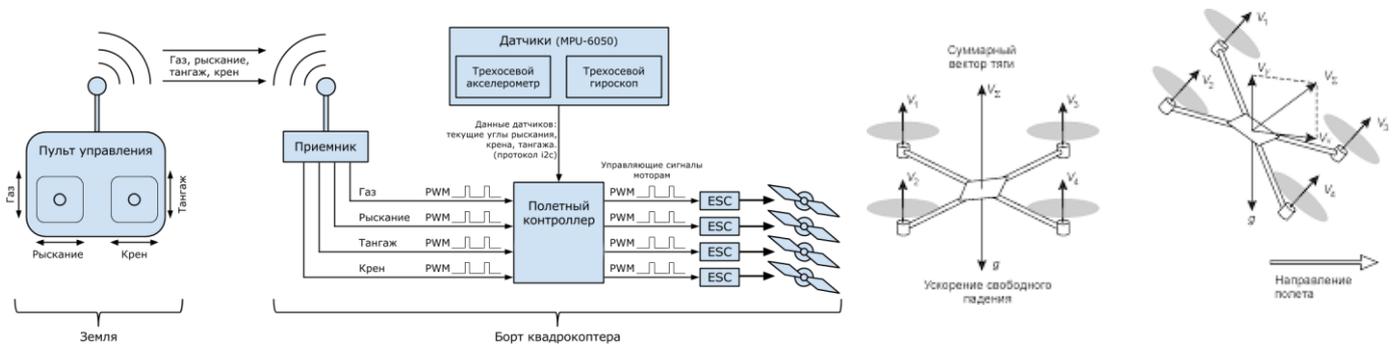
Но на самом деле дрон — это любой технический аппарат, которым управляют дистанционно. Но мы всё же поговорим о летающих дронах, а именно, об отделе мультироторных летательных аппаратов.

В основании стоит рама дрона. По краям располагаются моторы с пропеллерами, а в центре находится вся электроника, отвечающая за работу дрона.

Квадрокоптеры разбиты на классы, в каждом классе дроны различаются по следующим характеристикам: размер, вес, скорость, управляемость и стоимость. Неизменным остаётся только одно - спортсмен в кресле пилота, а гоночный дрон безопасно для всех летает по трассе.

Принцип работы квадрокоптера:

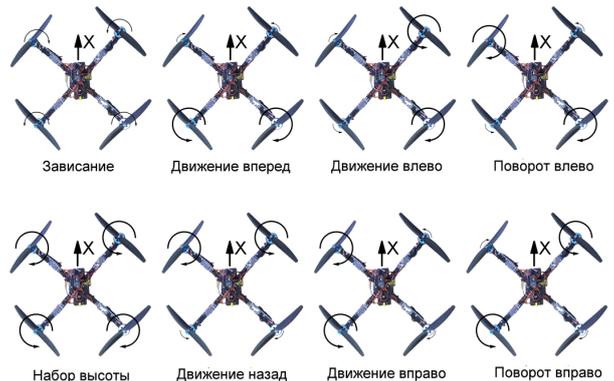
Маневрирование, управляемость и стабильность полета у квадрокоптера обеспечивается изменением скорости вращения пропеллеров, часть роторов вращается против часовой стрелки, а часть - по часовой, каждый из них приводится в движение отдельным мотором, поэтому нет необходимости в хвостовом винте. Если роторы вращаются с одной скоростью, аппарат взлетает, если один пропеллер вращается быстрее, то дрон наклоняется в сторону, таким образом, регулируя дистанционным пультом работу лопастей, можно управлять коптером.



В зависимости от того, сколько двигателей приостанавливают или усиливают свою деятельность, меняется характер и траектория движения дрона.

Он может:

- Подниматься вверх;
- Спускаться;
- Двигаться по горизонтали:
- Вперед;
- Назад;
- Влево;
- Вправо.



Аналогично тому, как происходит движение, также производится и наклон аппарата. Кроме того, некоторые модели могут кружиться на месте и даже выполнять т.н. флипы – перевороты вокруг оси на месте.

Терминология:

Используемая терминология и определения предназначены для того, чтобы было понимание каждого термина, а не его словарного определения. Несмотря на то, что многие слова могут иметь несколько значений, определение каждого используется в контексте БПЛА/Дроны.

RTF (Ready to Fly/Готов к полёту) — беспилотник, который доходит до пользователя в полностью собранном виде со всеми необходимыми деталями. Просто зарядите аккумулятор и летите!

BNF (Bind and Fly/Привяжи и лети) — беспилотник поставляется полностью собранным и включает в себя приёмник. Пользователю нужно только выбрать совместимый передатчик и «привязать» его к приёмнику.

ARF (Almost Ready to Fly/Почти готов к полёту) — беспилотник, который поставляется в разобранном виде почти со всеми частями необходимыми для полёта. Такие компоненты как, пульт управления и приёмник, могут отсутствовать.

DIY (Do It Yourself/Сделай сам) — в настоящее время такую сборку называют «кастомной». Как правило подразумевает использование деталей от разных поставщиков и создание или модификацию деталей.

БЛА (БПЛА)/UAV — Беспилотный Летательный Аппарат/Unmanned Aerial Vehicles (любой).

Дрон (Drone) — синоним БПЛА (UAV). Термин «дрон» наиболее применим для военной сферы, тогда как «БПЛА» для хобби.

Мультиротор (Multirotor) — БПЛА с несколькими моторами.

Трикоптер (Tricopter) — БПЛА, который имеет три мотора/пропеллера и как правило три опорных луча.

Квадрокоптер (Quadrocopter) — БПЛА, который имеет четыре мотора/ пропеллера и четыре опорных луча. Обычно это конфигурация «+» (где, перед беспилотника обращен к одному из лучей) или «X» (где, перед беспилотника обращен между двумя опорными лучами).

Гексакоптер (Hexacopter) — БПЛА, силовая установка которого имеет шесть моторов/пропеллеров.

Октокоптер (Octocopter) — БПЛА, силовая установка которого имеет восемь моторов/пропеллеров.

Spyder — БПЛА типа «Spyder (Паук)» (обычно квадрокоптер или гексакоптер) у которых опорные лучи располагаются относительно друг друга не симметрично, если смотреть сверху.

Рама (Frame) — рама это своего рода «скелет» воздушного судна, на котором крепятся все детали. Простые рамы имеют моторы, подключенные к алюминиевым или другим лёгким профилям («лучам»), которые затем соединяются с центральным корпусом.

Защита пропеллеров (Propeller guards/Prop Guards) — это материал, который окружает пропеллер, чтобы препятствовать контакту несущего винта с другими объектами. Защита реализована как средство обеспечения безопасности и способ минимизировать повреждение беспилотника.

Разъёмы/Коннекторы (Connectors) — для соединения и разъединения проводов на их концах применяют разъёмы. Распространённые разъёмы для батарей – «Deans», «XT60», «XT30», в то время как разъёмы для контроллера полёта и датчиков расположены с интервалом 0.1 дюйма (2.5мм).

Хомут (Clamp) — «Tube clamp/Трубный хомут» это устройство, обычно используемое на круглой трубе для соединения её с другим устройством (например, с креплением мотора или корпусом БПЛА).

Демпферы (Dampeners) — формованные резиновые детали, используемые для минимизации вибрации, передаваемой по беспилотнику.

Светодиоды (LED — Light Emitting Diode) — применяются с целью обозначить БПЛА в полёте, особенно ночью или в условиях слабого освещения.

Тяга/Thrust — это сила, которую может обеспечить конкретный мотор и пропеллер (при определенном напряжении). Обычно измеряется в килограммах (кг/kg) или фунтах (Фунтах/Pounds/Lbs).

ВЕС — (Battery Eliminator Circuit/Преобразователь бортового питания) встроен в ESC (регулятор напряжения), который может обеспечить регулируемое 5В напряжение постоянного тока для любой электроники, которая в этом нуждается.

ESC (Electronic Speed Controller/Электронный регулятор скорости) — устройство, которое подключается к аккумулятору, мотору и контроллеру полёта и контролирует скорость вращения мотора.

Мотор/Motor — то, что применяется для вращения пропеллеров; в небольших беспилотных летательных аппаратах чаще всего используется коллекторный (Brushed) мотор, тогда как для более крупных беспилотных летательных аппаратов – бесколлекторный (Brushless).

Лопасты/Blades (лопасти пропеллера) — аэродинамическая поверхность создающая подъёмную силу. Как правило пропеллер имеет от двух до четырёх лопастей, которые могут быть как фиксированными, так и складными.

Пропеллер/Propeller (Несущий винт/сокр. Проп) — пропеллеры обеспечивают тягу и больше похожи на те, что используются в самолётах.

LiPo (Lithium Polymer/Литий-Полимерный) — является наиболее распространенной батареей,

используемой в дронах и беспилотных летательных аппаратах из-за её малого веса (относительно ёмкости хранения), а также высокой скорости разряда тока. Помимо LiPo на рынке доступны и другие типы литиевых батарей (LiFe, LiMn, LiOn и т.д.).

Плата распределение питания/Power Distribution Board - PDB/ПДБ — чтобы питать различное множество устройств, используемых в БПЛА, ресурсы батареи должны быть распределены, и именно здесь в игру вступает распределение питания (плата или кабель). Задействует одну положительную и отрицательную клеммы батареи и предоставляет множество различных клемм/точек подключения, от которых другие устройства (работающие на том же напряжении) могут получать питание.

Привязка/Binding — термин «привязка» относится к настройке портативного передатчика, чтобы он мог связываться с приёмником; если передатчик комплектуется с приёмником, эту настройку должны сделать на заводе.

Канал/Channel — количество каналов в передатчике относится к числу отдельных сигналов, которые он может передавать.

Контроллер полёта/Flight Controller — это то, что считается «мозгом» беспилотного летательного аппарата, который обрабатывает все поступающие данные, расчёты и сигналы. Ядром контроллера полёта часто является программируемый «микроконтроллер». Контроллер полёта может иметь несколько датчиков на борту, включая акселерометр, гироскоп, барометр, компас, GPS и т.д. Если контроллер полёта имеет возможность управлять самолётом самостоятельно (например, для полёта по заданным GPS координатам), его можно считать «автопилотом».

Приёмник/Receiver — это то, что участвует в процессе обработки дистанционно полученной информации.

Передатчик/Радио (Transmitter/Radio) — это то, что генерирует управляющий сигнал(ы) и дистанционно передаёт приёмнику.

Компас/Compass — магнитный компас может обеспечить навигацию по сторонам света (север/юг/восток/запад).

Инерциальный измерительный блок/IMU (Inertial Measurement Unit) — объединяет в себе сразу два сенсора акселерометр и гироскоп.

Акселерометр/Accelerometer — измеряет линейное ускорение по 1-3 осям. Обычно измеряются в «g/же». Акселерометр может обеспечить ориентацию вашего дрона относительно земли

Гироскоп/Gyroscope — гироскоп измеряет угловое ускорение по 1-3 осям. Единицы измерения, обычно, в градусах в секунду в квадрате.

Магнитометр/Magnetometer — иногда используется в недорогой робототехнике для определения направления компаса.

Барометр/Высотометр/Давление (Barometer/Altimeter/Pressure) — используется для обеспечения обратной связи относительно занимаемой высоты БПЛА. Он измеряет давление, а, так как давление изменяется с высотой, то беспилотник может «знать/определять» занимаемую высоту.

GPS/ Система глобального позиционирования — спутники, вращаясь вокруг планеты, посылают сигналы, которые принимаются GPS антенной и отправляются для обработки GPS приёмником с целью предоставления географических координат.

Антенна/Antenna — это то, что фактически принимает или отправляет сигнал на и от БПЛА (сам сигнал генерируется блоком передатчика). Они бывают разных типов, а также разделяются на направленные (сильные в одном направлении) и всенаправленные.

Газ или Тротл (Throttle) - Отвечает за увеличение мощности оборотов всех моторов квадрокоптера. Используем для взлета вверх или снижения, а также для увеличения скорости. Только у газа не фиксируется положение стика пружинами, то есть не возвращается в центральное положение.

Крен/Roll — поворот воздушного судна вокруг его продольной оси.

Тангаж/Pitch — угловое движение БПЛА относительно горизонтальной плоскости, или другими словами, вращение воздушного судна относительно оси от крыла до крыла.

Рыскание/Yaw — угловые движения воздушного судна относительно вертикальной оси.

FPV (First Person View/Вид от первого лица) — термин применим к полёту от первого лица, когда беспилотник оборудован FPV камерой, а пользователь используя FPV монитор/FPV очки получает видео с этой камеры в режиме реального времени.

VR (Virtual Reality/Виртуальная реальность) очки/Glasses/Goggles — предоставляют пользователю более «захватывающий» опыт.

Подвес/Gimbal — устройства, которые сопряжены с камерой и как правило приводятся в действие с помощью серводвигателя или бесколлекторного мотора постоянного тока. Подвес — это то, что может стабилизировать камеру в полёте.

GoPro — серия экшн камер GoPro широко используемых для съёмки и/или передачи видео.

LCD/ЖКД (Liquid Crystal Display/Жидкокристаллический дисплей) — это тип дисплея/монитора, используемого для отображения изображения, полученного видеоприёмником.

OSD (On Screen Display/На дисплее) — отображает данные полёта на дисплее/мониторе, которые отправляются с БПЛА (например: высота, спутниковые координаты местоположения и т.д.).

Сборка с нуля/Custom — Кастомная сборка это то, где пользователь комбинирует различные изделия от разных производителей и заставляет их работать вместе. Такой подход требует понимания, какие компоненты будут необходимы для создания беспилотного летательного аппарата, и будут в центре внимания в этой серии статей.

Оборудование:

Для подготовки сборки квадрокоптера разберём все необходимые инструменты и устройства.

Комплектующие дрона - Каждый класс квадрокоптера отличается не только визуальными и техническими характеристиками, но и набором деталей, процессом сборки, необходимыми инструментами и индивидуальной настройкой. Подбирая компоненты по отдельности, можно создать агрегат по индивидуальному эскизу со своими отличительными характеристиками.

Начнём с наборов инструментов, которые понадобятся нам для сборки дрона любого класса:

- **Паяльник с тонким жалом** (мощность минимум 50 Вт) - По способу нагрева паяльники делятся на два типа: спиральные и керамические. Спиральные менее прихотливы в эксплуатации, медленно нагреваются и со временем выходят из строя. Керамические быстро нагреваются, более стабильны в температуре нагрева, но требуют бережного использования. Качество пайки и комфорт в использовании сильно зависят от используемого в паяльнике жала. Жало из медного стержня — хорошо проводит тепло и к нему отлично прилипает припой. Но при нагреве такое жало постоянно покрывается окислами и обугливается, в результате чего требует постоянной очистки. Другой тип жала — металлический стержень с никелевым покрытием. Он отличается отсутствием неприятного образования окалины и удобен в ювелирной работе с мелкими деталями. Но его нельзя зачищать, т.к. это может привести к снятию покрытия и потере прилипающих свойств для припоя.



- **Припой (ПОС-61)** - припой в виде тонкого провода, намотанного на катушку, называется он ПОС-61. В центре такого припоя имеется флюс, который при расплавлении паяльником сразу наносится на деталь. Также, для надежной пайки применяют активные флюсы — паяльную кислоту. Как правило, это соляная кислота, которую после пайки необходимо нейтрализовать протиркой спиртом (или раствором соды).



- **Жидкий флюс (ЛТИ, СКФ)** - Для паяльных дел не обойтись без специальных химических веществ, предназначенных для удаления с поверхности провода или ножки детали оксидные пленки и дает припою равномерно растекаться по ним. Канифоль — самый дешевый и универсальный тип твердого флюса, который обязательно должен быть в арсенале у каждого радиолюбителя. Она защищает поверхность от окислов и предотвращает разъедание. Но гораздо удобнее жидкий флюс — ЛТИ

120. Он относится к нейтральным, не содержит кислот и не разъедает металл. Основой его состава является канифоль, растворенная в спирте.

- **Пинцет** - При электромонтажных работах незаменимы такие вспомогательные инструменты, как пинцеты. Они применяются при пайке, сварке и резке проводов, а также ремонте электротехники для фиксации мелких деталей, в том числе и тех, что находятся под напряжением. Самозажимной пинцет – удобный инструмент, который имеет прямую форму с тонкими острыми кончиками. В них легко закрепить деталь, а специальные термозащитные накладки обеспечат безопасность при воздействии высоких температур, например, при пайке. Очень удобен при работах, когда руки мастера заняты.



- **Кусачки** - режущий инструмент, в котором используется принцип рычага для того, чтобы увеличить усилие, прилагаемое для перерезания материала. Если режущие кромки (губки) находятся в одной плоскости с ручками, или под небольшим углом, такие кусачки называются боковыми. Если губки поперечны плоскости рукояток, то — торцевыми. Название «торцерезы» к ним почему-то не прижилось. Кусачки применяются для разрезания проводов и проволоки, разрезания отдельных составляющих кабелей, для выполнения небольших резов металла, пластмассы во время монтажа/демонтажа оборудования. Кусачки позволяют перерезать провода различного, в основном небольшого диаметра. Для облегчения работы провод при перекусывании держится как можно ближе к шарниру кусачек.



- **Шестигранники (размеры 1.5, 2, 2.5)** - Шестигранник используют для работы с крепежными деталями, в шляпках которых имеется углубление в форме шестиугольника. Это инструмент с наконечником, имеющим 6 граней. Основой любого вида шестигранника является металлический стержень. Он первым принимает на себя силовую нагрузку, поэтому его характеристики особенно важны. Материал должен быть прочным, устойчивым к деформациям, способным работать долгое время.



- **Дополнительные инструменты:** канцелярский нож, ножницы, изоляционная лента, двусторонняя клейкая лента, кабельные стяжки/хомуты (ширина 2.5, 3.5мм / длина не более 100мм.), коврик для пайки термостойкий силиконовый, лампа осветительная, ключ на 8мм, огнетушитель.