

Автономная некоммерческая организация «Тюменское областное патриотическое объединение «Честь имею»



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Юнармейский киберполигон»
Учебные материалы на тему: «Основы пилотирования»

Автор-составитель:
Калашников С.В.
педагог дополнительного образования;

Тюмень, 2022г.

ГЛАВА 7



Основы пилотирования

Перед тем, как начать пилотировать квадрокоптер, разберемся, как вообще он летает.

Квадрокоптер является частным случаем *мультироторной системы* — многомоторного летательного устройства, которое держится в воздухе, управляется и перемещается за счет двух и более винтомоторных групп, расположенных преимущественно вертикально. В свою очередь, мультироторная система является частным случаем вертолетной схемы строения летательных аппаратов. Для сокращения мультироторные системы часто называют *мультикоптерами*, или просто *коптерами*. Говоря «коптер», вы можете подразумевать летательный аппарат со сколь угодно большим количеством моторов на борту.

К примеру, коптер с восемью моторами называется *октокоптером*, с шестью — *гексакоптером*, с тремя — *трикоптером*. Соответственно, если на летательном аппарате установлено четыре одинаковых двигателя — это *квадрокоптер*.

Классический квадрокоптер (рис. 7.1) представляет собой крестообразную раму, на концах лучей которой вертикально установлены моторы. На каждом моторе закреплен *пропеллер*, который также иногда называют *воздушным винтом*. Мотор и винт образуют *винтомоторную группу* (ВМГ). Иногда к ВМГ также относят и *регулятор оборотов*, который управляет скоростью вращения мотора.

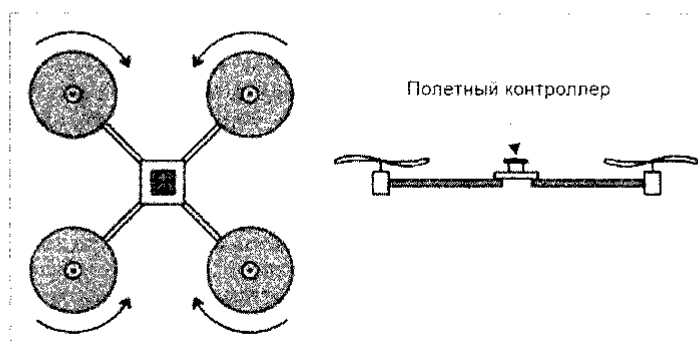


Рис. 7.1. Классический квадрокоптер

При вращении пропеллеров всех четырех моторов создается суммарная тяга. При этом моторы вращают их в противоположных направлениях (см. рис. 7.1). По похожей схеме работают соосные вертолеты. Дело в том, что вращение каждого винта создает реактивный крутящий момент, который старается развернуть аппарат в сторону, противоположную вращению винта. Чтобы противодействовать этому развороту, второй такой же винт вращается в другую сторону, тем самым компенсируя крутящий момент первого винта. На коптерах два диагонально расположенных винта вращаются по часовой стрелке, другие два — против нее.

Управляя скоростью вращения (оборотами) моторов, можно заставить коптер двигаться вверх, вниз или зависать на месте. Так, если изменить обороты одних моторов и оставить вращение других без изменения, квадрокоптер наклонится и полетит соответственно произведенному изменению. Например, при увеличении оборотов двух задних моторов задняя часть коптера приподнимется, заставляя таким образом его наклониться и лететь вперед. По схожей схеме организуются и развороты дрона — если увеличить обороты двух диагонально противоположных моторов и одновременно на столько же уменьшить обороты двух остальных (при этом суммарная тяга не изменится), коптер начнет вращаться вокруг своей вертикальной оси по часовой стрелке или против нее.

Таким образом, за счет неравномерного изменения оборотов на каждом моторе можно заставить коптер лететь в произвольном направлении.

КАНАЛЫ УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

Угловые отклонения коптера по осям по аналогии с большой авиацией называются «тангаж», «крен» и «рыскание». Однако в практике дроноводов прижились англоязычные термины: Pitch — наклон вверх/вниз, *тангаж* (рис. 7.2), Roll — наклон вправо/влево, *крен* (рис. 7.3), Yaw — вращение в горизонтальной плоскости, *рыскание* (рис. 7.4). Существуют также синонимы этих англоязычных терминов, чаще используемые для самолетов: Elevator, Aileron и Rudder — соответственно, для тангажа, крена и рыскания.

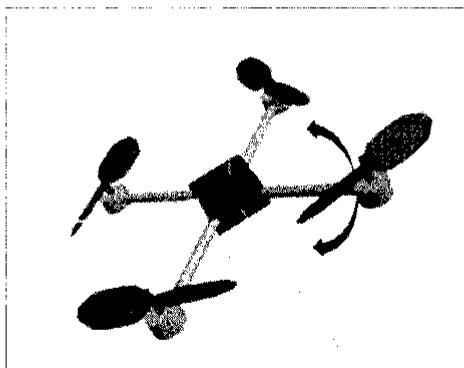


Рис. 7.2. Pitch (тангаж). В коптерах манипуляции с этим моментом силы позволяют устройству двигаться вперед или назад за счет наклона «носа» в соответствующем направлении

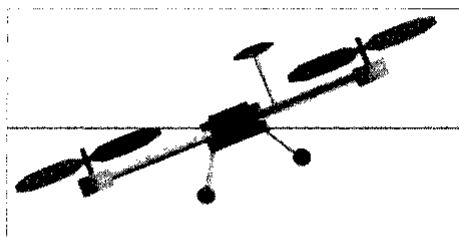


Рис. 7.3. Roll (крен) — наклон мультикоптера влево/вправо. За счет крена коптер может двигаться боком в соответствующую сторону

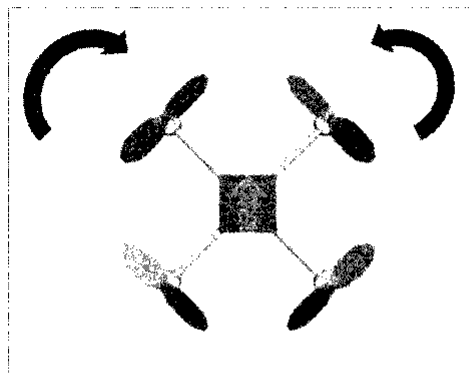


Рис. 7.4. Yaw (рыскание) — поворот «носа» мультикоптера, условно — вращение по часовой стрелке или против нее

Специфичным для коптеров является термин Throttle (по-англ. «дроссель»). Он часто переводится как «тяга», «обороты», «общий газ» или просто — в обиходе — «газ». Газ мультикоптера — среднее арифметическое между скоростями вращения всех моторов. Чем больше газ, тем больше суммарная тяга моторов и тем сильнее они уносят коптер вверх (проще говоря, «газ в пол» здесь означает наискорейший подъем при условии, что коптер находится в ровном положении). Обычно газ измеряется в процентах: 0% — моторы остановлены, 100% — моторы вращаются с максимальной скоростью. Газ висения — минимальный уровень оборотов, который необходим, чтобы коптер не терял высоту.

Газ, тангаж, крен и рыскание — если вы можете управлять этими четырьмя параметрами, значит, вы можете управлять квадрокоптером. Их еще называют *каналами управления* (рис. 7.5).

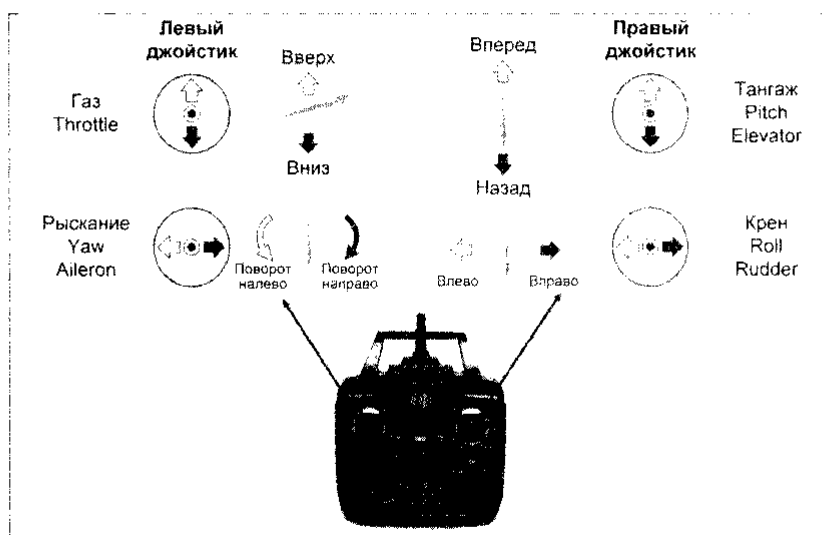


Рис. 7.5. Каналы управления квадрокоптером

БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНИЯ ПОЛЕТА

- **Арма** (от англ. arm, вооружить, завести) — разблокировать (завести) моторы коптера и перевести его в готовое к полету состояние, после чего он начинает реагировать на движения стика газа (рис. 7.6, *левые позиции*). Процедура арма на разных коптерах производится по-разному и описана в инструкциях. Внимательно с ней ознакомьтесь!

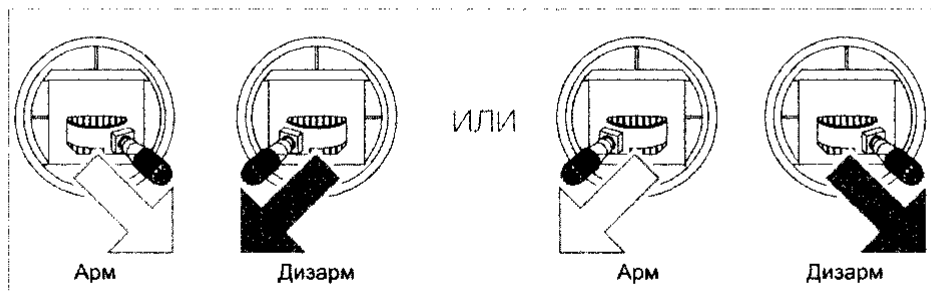


Рис. 7.6. Процедуры арма и дизарма для большинства коптеров DJI

- **Дизарм** (от англ. disarm, разоружить) — заблокировать (заглушить) моторы коптера, после чего он перестает реагировать на движения стика газа (рис. 7.6, *правые позиции*). Как и арм, процедура дизарма также описана в инструкциях, и, как правило, противоположна процедуре арма (движение тех же стиков в другую сторону).
- **Визуальное пилотирование** (Line of Sight, LOS, «в поле зрения») — режим пилотирования, при котором коптер находится в зоне прямой видимости пилота.
- **Полет по камере** (First Person View, FPV, «вид от первого лица») — режим пилотирования, при котором управление коптером осуществляется с помощью дополнительного оборудования с видеоканалом, по которому изображение с камеры, установленной на борту коптера, передается на специальные видеоочки, видеошлем, монитор или даже смартфон. То есть при таком полете можно видеть «глазами» дрона.

ПОЧЕМУ ЖЕ УПРАВЛЯТЬ ДРОНОМ ТАК СЛОЖНО?

Любой работник модельного магазина, в котором продают квадрокоптеры, скажет вам, что каждый новый покупатель простенького дрона поначалу жалуется всем, что его аппарат не может нормально летать. Да, бюджетный дрон не будет удерживаться в одной точке по GPS на улице или по специализированным датчикам в помещении — ведь он же бюджетный. Да, он не может «висеть» в одном положении — он всегда станет крениться в одну из сторон. Да, пытаться удержать дрон на одной высоте очень сложно. И вообще, управлять дроном — это сложно. Почему же? Потому что это машина, которая передвигается в трехмерном пространстве в любую из сторон, и вам надо контролировать одновременно положения двух стиков

в четырех направлениях, следя при этом и за стиками, и за движением дрона, который, кстати, имеет инерцию и не может устойчиво находиться в одной точке. При этом обоими этими стиками во всех четырех направлениях вы будете двигать непрерывно на протяжении всего полета! Другими словами, за те пять минут, что ваш простенький дрон может летать на одном заряде батарейки, вам придется быть максимально напряженным и сконцентрированным на дроне и одновременно на стиках пульта управления буквально каждую секунду из этих пяти минут. Более того, вам нужно уметь быстро «переключиться» при смене ориентации коптера в пространстве, ведь управление им будет пропорциональным. А это значит, что если «нос» коптера повернут направо, то при движении правого стика налево, сам дрон будет двигаться вперед. Теперь понимаете, почему это так сложно?

Так что пять минут полета для дрона — это не так уж и мало. Вам они покажутся получасом из-за того, насколько собранным и сконцентрированным на каждом движении вы должны быть даже во время такого короткого полета.

Вам будет очень сложно

Но только первую неделю. Затем организм выработает мышечную память на необходимые движения стиками, вы запомните, как дрон ведет себя при различных маневрах, и поймете, как именно нужно регулировать общий газ, чтобы заставить дрон находится на требуемой высоте. Постоянная практика позволит вам достичь того самого необходимого автоматизма в управлении.

Практика, практика и еще раз практика

Но также нужно понимать, что большое количество практики приводит к большому количеству падений. И, скорее всего, вы разобьете дрон еще до того, как сможете получить достаточное количество навыков для управления им. Чтобы избежать этого, есть прекрасное решение: *авиасимулятор* — совершенно безопасный и очень правдоподобный компьютерный тренажер полетов на авиамоделях. В нем вы сможете овладеть всеми необходимыми навыками без настоящих падений и ремонтов.

Используйте настоящий пульт

Чтобы обучение на тренажере было максимально приближенным к реальности, не подойдут клавиатура и мышь. Чтобы наработать ту самую мышечную память, которая очень поможет вам, когда вы решите поднять в воздух реальный коптер, рекомендуется использовать настоящий пульт от авиамодели.

Многие пульта управления бюджетных дронов очень похожи на обычные джойстики от игровых приставок. И, кстати, даже геймпад от игровой приставки (тот же самый джойстик) вы можете настроить так, чтобы он имитировал вам пульт управления. Так что даже с помощью такого геймпада вы сможете полноценно тренироваться в авиамодельном тренажере.