

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары = Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 13: сохраняя традиции, создавая будущее», посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.1, Ч.5. - С.335-339

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРА HQUAD500 В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

*Базарбек А. Б., магистр, лаборант
Омархан А. Ш., магистр, лаборант
Тулегулов А. Д., к.ф.-м.н., доцент
Астана, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева*

Одной из основных целей мехатроники является создание автоматических устройств, которые могут заменить человека-оператора в опасных для жизни условиях. В связи с этим существенно возрастает роль беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА). Одна из разновидностей БПЛА это квадрокоптеры. Квадрокоптеры-дроны имеют большую область применения в повседневной жизни: осуществление фото и видеосъемки с любого ракурса, доставка еды и медикаментов, поиск пострадавших и т.д. Преимущества квадрокоптера: большой угол обзора, не важен рельеф местности, расстояние использования до десятка километров, развивает скорость от нуля (зависание на месте) до 100-120 км/ч [1].

Исходя из вышесказанного, имеет большое значение применение квадрокоптера в образовательном процессе, где готовятся специалисты по специальности «Космическая техника и технологии». При этом, обучающиеся должны получить практические навыки по управлению квадрокоптером и моделированию различных ситуаций.

Цель данной публикации состоит в том, чтобы изучить возможности использования квадрокоптера в учебном процессе. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить схему построения и принцип полета квадрокоптера;
- осуществить сборку квадрокоптера;
- оценить возможные направления практического применения квадрокоптеров.

В данной работе рассматриваются технические характеристики и возможности применения в учебном процессе квадрокоптера, который был получен по программе ГПИИР-2 в 2016 года и установлен в «Лабораторном комплексе опытного производства робототехнических устройств и входного контроля комплектующих» кафедры «Космическая техника и технологии» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева.

Устройство и технические характеристики квадрокоптера

Рассмотрим технические характеристики квадрокоптера HQuad500 производства компании LynxMotion (США) [2]. Данный квадрокоптер относится к классу вертолетного типа и представляет собой мехатронный винтокрылый летательный аппарат (ЛА) с вертикальным взлётом и посадкой, имеющий шесть степеней свободы и четыре винта постоянного шага, осуществляющий полет путем изменения скорости вращения роторов, работающих по парам. Это позволяет квадрокоптеру двигаться в трехмерном пространстве с помощью четырех режимов: нависание, крен, тангаж и рыскание. Реализация вышеупомянутых режимов осуществляется с помощью микро-ЭВМ, которая управляет механизмом генерирования подъемной силы (роторов), регулирует положение квадрокоптера в соответствии с выбранным режимом полета и обеспечивает обмен навигационных данных с разными уровнями управления (интерфейс человек - квадрокоптер).

Функциональная схема и датчики

В общем случае составными частями квадрокоптера являются механическая часть (рама, шасси, пропеллеры (Рис. 1)), плата управления, блок аккумуляторов, электроприводы, контроллеры приводов и различные датчики.

Мы получили разобранный комплект коптера (рис. 1-б), отдельный блок управление с проводами и пульт управления AT9 от фирмы Radio Link [3]. Для полной эксплуатации нам нужно было собрать все механические части квадрокоптера и все это проходило в несколько этапов:

- монтаж несущей рамы;
- монтаж полетного контроллера;
- монтаж двигателей и контроллеров двигателей;
- изготовление и монтаж силовой проводки.

В итоге у нас получился аппарат, представленный рисунке 1-а. После этого следовал довольно трудоемкий и длительный процесс отладки и настройки полетного контроллера при помощи специализированного программного обеспечения. Результатом нашей работы явился собранный и полностью работоспособный летательный аппарат с четырьмя несущими винтами – квадрокоптер.



Рисунок 1 – Механические части квадрокоптера: а) собранный вид копетра;
б) разобранный вид копетра

Принцип полета

Принципиально можно выделить несколько видов схем построения квадрокоптера, самые популярные из них для 4-х винтов - квадрокоптер конфигурации «+» и квадрокоптер конфигурации «X», которые указаны на рисунке 2. Первая (крестообразная схема) – вперед по движению направлен один полетный винт. Вторая – вперед по движению квадрокоптера направлены два винта [4]. В этой модели была выбрана конфигурация «X», поскольку она является традиционной.

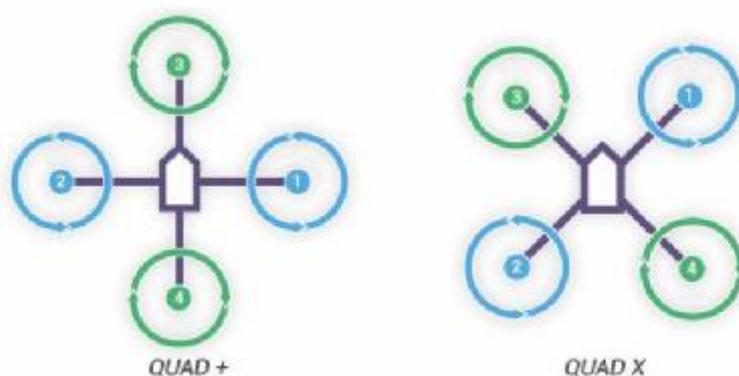


Рисунок 2 – Схемы построения квадрокоптера

Мы имеем три основных способа работы пропеллеров:

- Все вращаются с одинаковой скоростью - чем быстрее вращаются, тем аппарат взлетает выше. Сила вращения всех пропеллеров отвечает за высоту полета;
- Одна пара моторов вращается быстрее, чем вторая пара моторов. В этом случае квадрокоптер будет делать поворот - в зависимости от того, какие два мотора вращаются быстрее других - поворот влево или вправо;
- Один из моторов вращается быстрее, чем остальные, т.е. создает большую тягу. В результате мы получаем наклон коптера набок и как следствие, коптер начинает двигаться в сторону наклона.

Визуальную картину можно увидеть на рисунке 3.

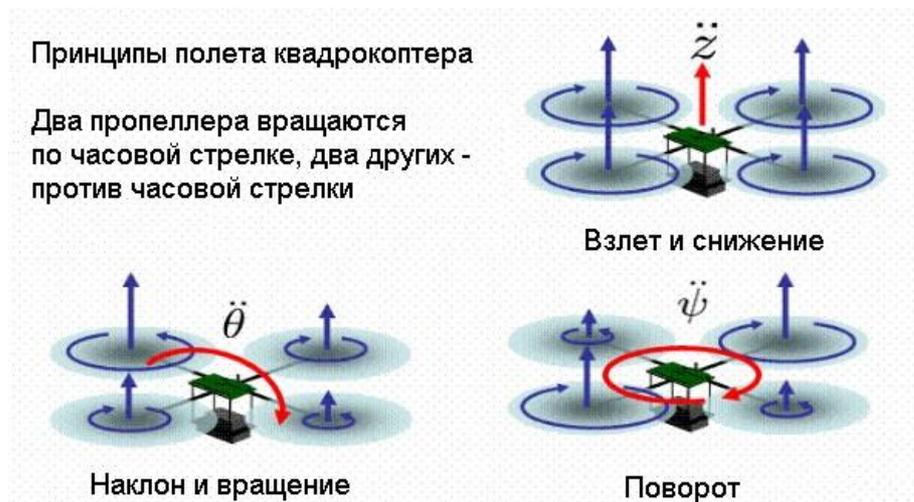


Рисунок 3 – Визуальная картина полета

Если одна пара пропеллеров, расположенных друг против друга по диагонали, вращается по часовой стрелке, то другая пара вращается против часовой стрелки. Дело в том, что при вращении винта возникает момент, вращающий квадрокоптер вокруг собственной оси в обратную сторону. Если вращать пропеллеры попарно в разные стороны, то и момент, действующий на тело квадрокоптера и возникающий в результате вращения пары пропеллеров по часовой стрелке, будет компенсироваться моментом, возникающим в результате вращения пары пропеллеров против часовой стрелки. В вертолетах эту функцию выполняет хвостовой винт, компенсирующий момент, возникающий в результате вращения несущего винта вертолета. Вращение вокруг собственной оси осуществляется за счет разницы скоростей вращения между парами пропеллеров, вращающихся в разные стороны.

Уровень автономности квадрокоптера бывает разным. При некоторых задачах управление квадрокоптером может вестись оператором с наземной рабочей станции. В этом случае квадрокоптер находится в зоне видимости оператора и/или изображение с бортовой камеры транслируется на экран рабочей станции, оператор при этом может задавать маршрут и траекторию движения летательного аппарата. Квадрокоптер имеет бортовой блок управления, который, во-первых использует систему стабилизации, что позволяет противодействовать таким внешним воздействиям как ветер, во-вторых, позволяет обрабатывать простые команды оператора и на основе них вырабатывать управляющие сигналы. Обычно используются следующие простые команды с помощью радиопульта:

- движение вверх в вертикальной плоскости,
- движение вниз в вертикальной плоскости,
- вращение вокруг собственной оси вращения по часовой стрелки,
- вращение вокруг собственной оси вращения против часовой стрелки,
- движение вперед,
- движение назад,

- движение вправо,
- движение влево.

Обратная связь по угловой ориентации обеспечивается инерциальным измерительным блоком, представляющим комбинацию гироскопов, акселерометров и магнитометров для измерения углов (крена, тангажа и рыскания) и угловых скоростей. Для определения местоположения применяются датчики глобального позиционирования GPS и ГЛОНАСС.

Бортовой блок управления квадрокоптера оснащен микропроцессором, GPS антенной, магнитометром, барометром, и другими датчиками. Стабилизация летательного аппарата выполняется с помощью трехосевого гироскопа и трехосевого акселерометра, что в сумме дает шесть степеней свободы летательного аппарата, что в свою очередь позволяет достичь более высокого уровня стабильности. Принцип работы квадрокоптера можно увидеть на рисунке 4.



Рисунок 4 – Общая схема квадрокоптера

Данный мультикоптер использует бесколлекторные электродвигатели и литий-полимерные аккумуляторы (съёмный аккумулятор на 3200 мАч) в качестве источника энергии. Это накладывает определенные ограничения на его полетные характеристики: типичный вес мультикоптера составляет 4 кг, при времени полета от 25 до 30 минут. Поднимаемый полезный груз этими моделями мультикоптера – от 500 грамм до 2-3 кг. Он может поднять в воздух небольшую фото или видеокамеру и улететь на расстояние до 1,5-2 километров и дальность полета составляет до 900 м.

Обслуживание квадрокоптера тоже несложное (в комплекте с квадрокоптером шли 3 пары вентиля). В случае если вентили будут повреждены их можно сразу заменить. К тому же на сайте производителя имеются все необходимые запасные части и инструменты для выполнения ремонта устройства разной сложности: от элементарной замены лопасти до демонтажа бортового компьютера квадрокоптера.

В будущем планируется поставить видеокамеру на квадрокоптер и осуществлять фотосъемку. Это позволит решить ряд практических задач: уход от столкновения с динамическими препятствиями, захват объекта во время полета с помощью прикрепленного устройства, и другие нетривиальные задачи [5].

Мультикоптер можно использовать как аппараты «ближнего радиуса действия», то есть для любительских полетов недалеко от себя, для фото-видеосъемки близко расположенных объектов и т.д. Так будет выглядеть система управления коптера, если добавить камеру для дополнительного оборудования (рис. 5).

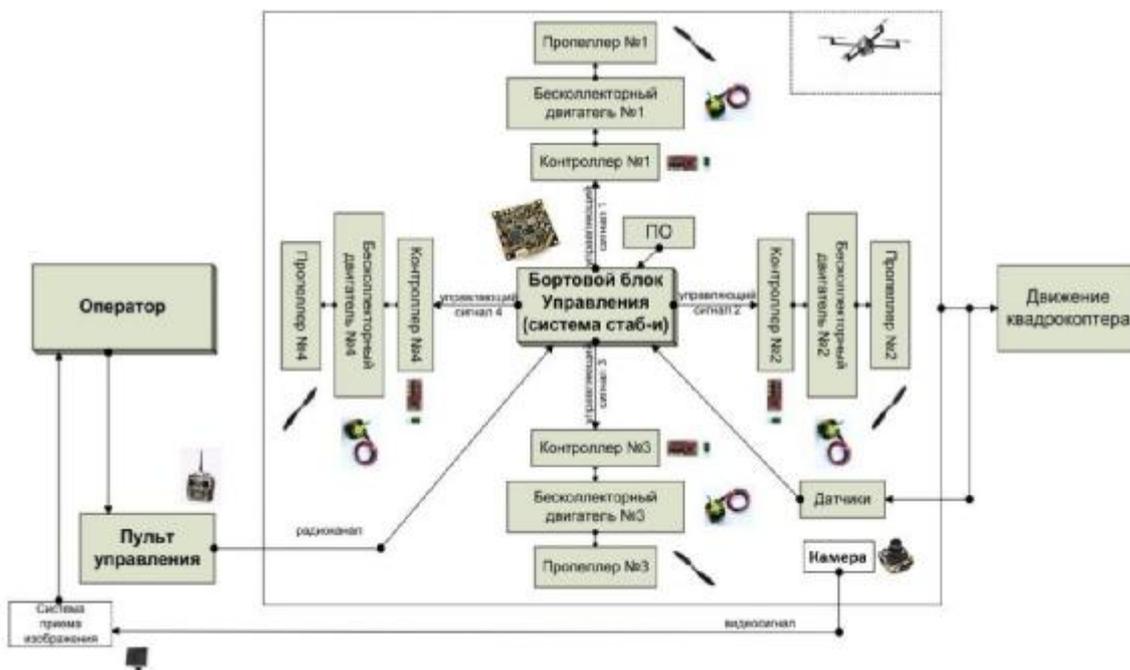


Рисунок 5 – Функциональная схема управления

Заключение

Таким образом, можно сказать, что в настоящее время квадрокоптеры чаще всего используют как платформы для переноски видеокамеры и проведения фото- и видео-съемки. Но в перспективе, они найдут применение и как аппараты для переброски небольших грузов, например, лекарственных средств людям, живущим в труднодоступных районах.

Исследование показало, что мультикоптерные конструкции имеет очень широкие перспективы практического применения в различных отраслях, начиная с МЧС до Министерства обороны.

Мы намерены продолжить исследование мультикоптерных аппаратов. Наш квадрокоптер не был оснащен видеокамерой, но на основе этой модели мы планируем оснастить его камерой GoPro, а кроме того, мы планируем продолжить исследование возможностей использования квадрокоптеров как аппарата для перевозки небольших грузов и возможностью установки различных периферийных устройств для многоцелевого использования БПЛА.

В заключении хочется сказать, что масштабы использования квадрокоптера в учебном процессе, особенно при проведении практических и лабораторных занятий очень широкие. К тому же необходимо учитывать, что современные технологии развиваются стремительно, что приводит к различным улучшениям аппарата, а так же растет число возможных

выполняемых задач. Квадрокоптеры отлично подходят для дистанционного зондирования земли. Имея мощный оптический приемник, квадрокоптер способен летать над полями, реками, озерами и снимать все эти места.

Список литературы

1. Электронный источник: <http://quadrocopters.su>
2. Электронный источник: lynxmotion.com
3. Электронный источник: radiolink.com
4. Carlo Alberto Pascucci. Design, Construction and Model Predictive Control of a Quadcopter Autonomous Aerial Vehicle, September 2010.
5. Бишоп О. Настольная книга разработчика роботов. – К., СПб., «МК-Пресс», 2010.