

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС «БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ»

Гаврилова А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Луцик Ю.А. – канд. техн. наук, доцент

Объектом исследования данной работы являются беспилотные летательные аппараты. Предметом исследования является технология моделирования квадрокоптеров и их практическое применение. Цель исследования: разработать универсальную модель квадрокоптера с возможностью его модернизации в зависимости от предполагаемой области использования. Для достижения поставленной задачи были изучены различные схемы построения квадрокоптеров, оценены возможные направления практического применения дронов, была изготовлена и апробирована полученная модель.

История создания дистанционно управляемых летательных машин началась в конце XIX века. В дальнейшем беспилотные летательные аппараты (БПЛА) получили бурное развитие. По степени автономности БПЛА делятся на дистанционно управляемые, иначе называемые ДПЛА – дистанционно-пилотируемый летательный аппарат, полностью автоматические и гибридные. Дифференциация по максимальной взлётной массе может требовать обязательной регистрации и постановки на соответствующий учет. Они также различаются по назначению, конструкции и другим параметрам. К основным сферам применения дронов относятся: оборонная промышленность, сельское хозяйство, видеосъемка, воздушные доставки, спасательные операции [1].

Важным преимуществом беспилотных летательных аппаратов, также называемых мультикоптерами, является существенно меньшая стоимость их создания. Основным приоритетом есть и будет безопасность оператора аппарата. В настоящее время область применения БПЛА постоянно расширяется, также растет число различных моделей квадрокоптеров. При всем их многообразии квадрокоптеры условно можно разделить на мини, маленькие, средние и тяжелые [1]. К так называемым мини-коптерам относятся малогабаритные устройства без дополнительных функций, с малой маневренностью и скоростью, неспособные противостоять порывам ветра и используемые, как правило, для ознакомления с базовым функционалом летательных аппаратов. Маленькие и средние дроны используются и для съемки, и для гонок. Небольшие устройства могут использоваться в поисково-спасательных операциях. В отдельную категорию выносятся тяжелые, значительно уступающие в маневренности, мультикоптеры с массивным корпусом и большой грузоподъемностью. Прочный панцирь позволяет их использовать в неблагоприятных погодных условиях. Также они пригодны для транспортировки относительно небольших грузов.

Несмотря на бесспорные преимущества БПЛА, их существенным недостатком является уязвимость систем дистанционного управления. Серьезную проблему могут представлять незащищенные радиоканалы, используемые при дистанционном управлении дроном. Сигналы, принимаемые и отсылаемые аппаратом, могут быть перехвачены, заглушены или изменены [2]. Большую надежность могут гарантировать лишь устройства, относящиеся к высоко-ценовому сегменту. Также проблемой может стать подбор квадрокоптера под какую-либо специфическую задачу и/или условия: наиболее распространенные и доступные модели пригодны только для одной задачи (videосъемка, перевозка грузов или гонки), а «заложенный» при производстве функционал изменить невозможно. При этом зачастую даже эта единственная опция может потребовать приобретение дополнительных гаджетов.

Целью данной работы стала разработка квадрокоптера с открытой аппаратной и программной частями. Такая концепция превращает дрон в конструктор. В зависимости от своих нужд пользователь может изменять управление, полетные функции, добавлять датчики или же изменять программную конфигурацию.

Собираемый квадрокоптер (см. рисунок 1) относится к категории малых/средних дронов. В базовом варианте он снабжен непосредственно управляющим микроконтроллером, моторами, контроллерами полета, гироскопом, акселерометром, барометрическим датчиком, GPS-модулем и камерой. Также был разработан пульт дистанционного управления, оснащенный потенциометром, выступающим в роли регулятора оборотов моторов, джойстиком для управления дроном в пространстве и ЖКИ-экраном, на котором отображаются данные, получаемые от GPS-модуля и барометрического датчика.

В основу квадрокоптера легла легкая 10-дюймовая карбоновая рама. Дрон оснащен 4 бесколлекторными моторами, способными совершать 920 оборотов в минуту (920 kv). Управление полетом и всеми датчиками мультикоптера осуществляется при помощи микроконтроллера семейства Arduino. Данные платы имеют ряд преимуществ и, ввиду своей популярности, обладают обширной экосистемой. Помимо готовых библиотек существует огромное множество созданных пользователями материалов, что позволяет найти необходимый инструментальный практически под

любую задачу [3]. Многие модули, как датчики освещенности, ультразвуковые и инфракрасные модули, совместимы со всей линейкой плат Arduino, при этом и подключаемые модули, и сами платы отличаются достаточно низкой стоимостью. Также для платы Arduino Uno подходит большинство стандартных плат расширения. К достоинствам данных плат можно отнести низкий порог вхождения – удобная кроссплатформенная интегрированная среда разработки, используемые в библиотеках высокоуровневые языки программирования существенно облегчают работу, что делает эти микроконтроллеры удобными и для новичков, и для опытных разработчиков. Это является наиболее существенным достоинством, так как концепция открытой аппаратной части предполагает, что пользователь без специализированных навыков должен справиться с настройкой и усовершенствованием устройства.



Рисунок 1 – Квадрокоптер в процессе разработки и пульт дистанционного управления

На данном этапе используется Arduino Nano. Дальнейшая модернизация может потребовать больше ресурсов, поэтому предполагается переход на Arduino Mega с большим объемом памяти или одноплатный компьютер Raspberry Pi. С таким переносом способен справиться даже штатный пользователь, поскольку платы семейства Arduino совместимы между собой [4], а стойка для микроконтроллера рассчитана на различные форм-факторы. Также важную роль играет модуль MPU-6050 – это трехосевой гироскоп и акселерометр с фильтром Калмана. Именно благодаря этому датчику осуществляется фиксация перемещения и регулировка положения квадрокоптера в воздухе. За установку связи между дроном и пультом дистанционного управления отвечает радиомодуль nrf2401.

В дальнейшем предполагается ввести ряд усовершенствований. К механическим относится установка защиты на винты и аппаратную часть устройства. Также планируется добавление антенны на пульт управления, что позволит расширить радиус контроля при полете. Помимо этого, возможна установка датчиков дыма/газа для применения дрона, например, при спасательных операциях в сложных условиях. Для трансляции видео в реальном времени имеющийся 1,6 – дюймовый экран на пульте управления будет заменен на другой, с большей диагональю. Разработка клешни для захвата и транспортировки грузов, шлем для управления квадрокоптером от первого лица (FPV), экзоперчатка как альтернатива пульту дистанционного управления – все это относится к ряду возможных модернизаций для расширения функционала данного устройства. В качестве обязательного улучшения планируется работа над элементом питания, так как большинство дронов обладают сравнительно малым временем работы без подзарядки. Имеющийся квадрокоптер может находиться в воздухе до 15 минут при отключенной камере.

В качестве программного улучшения может быть разработано мобильное приложение для управления дроном при помощи смартфона, планшета.

Таким образом будет получено устройство, пригодное и для достаточно продолжительной видеосъемки, и для транспортировки грузов, и для каких-либо метеорологических исследований, и даже для поисково-спасательных операций. Еще одним достоинством является малая итоговая стоимость. Цена аналогов с много меньшим функционалом и отсутствием возможности модернизации в разы превышает суммарную стоимость рамы, микроконтроллера Arduino и набора необходимых датчиков.

**Список использованных источников:**

1. Антти Соумалайнен. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры / Антти Соумалайнен – Изд-во ДМК Пресс, 2018 – 122 с.
2. 924 Государственный центр беспилотной авиации Министерства обороны Российской Федерации. Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами: сборник статей и докладов / Коломна, 2016 – 274 с.
3. Петров И. В. Программируемые микроконтроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Петров И. В. – Изд-во СОЛОН-Пресс, 2010 – 255 с.
4. Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino, Freeduino / Улли Соммер – Изд-во БХВ-Петербург, 210 – 244 с.