

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ»

*Деркач А.В., студент группы 950501
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Луцик Ю.А. – доцент, канд. технических наук

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) заполнили большую область сфер нашей жизнедеятельности: военные, гражданские, космические, медицинские, логистические и т.д. В научной сфере продолжают вести работу над модернизацией существующих БПЛА и разработкой новых моделей для более эффективного выполнения поставленных перед БПЛА задач. Цель данной работы заключается в исследовании применения БПЛА, рассмотрении его основных элементов и методов стабилизации. Цель исследования: разработать универсальную модель БПЛА с возможностью его модернизации в зависимости от предполагаемой области использования.

Стимулом к развитию беспилотной авиации во всем мире послужила потребность в легких, относительно дешевых летательных аппаратах, обладающих высокими характеристиками маневренности и способных выполнять широкий круг задач. БПЛА успешно применяются в ходе военных операций по всему миру, и при этом они так же успешно выполняют задачи гражданского назначения. Основным преимуществом БПЛА является то, что оператор не рискует своей жизнью. Недостатком БПЛА является уязвимость систем дистанционного управления, что особенно важно для БПЛА военного назначения. Основными сферами применения БПЛА являются: оборонная промышленность, сельское хозяйство, видеосъемка, воздушные доставки, спасательные операции [1].

БПЛА является сложным устройством, которое трудно классифицировать так как они имеют очень разные характеристики. Это разнообразие происходит от обилия конфигураций и компонентов БПЛА. Производители пока не ограничены никакими стандартами. В результате сегодня отсутствуют требования со стороны авиационных регуляторов о том, как БПЛА должен быть оснащен [2]. При всем многообразии БПЛА условно можно разделить на 4 группы: мини, маленькие, средние и тяжелые. Компоненты БПЛА делятся на основные и дополнительные. Основные компоненты включают в себя полетные контроллеры, систему питания, регуляторы и двигатели. Дополнительные компоненты определяются в зависимости от специализации БПЛА. К ним можно отнести стабилизатор камеры, грузовые прихваты, баки и различные кронштейны.

В данной работе будет рассмотрен БПЛА, представляющий платформу с четырьмя роторами (квадрокоптер). Вращающиеся пропеллеры квадрокоптера создают вертикальную силу тяги. Диагонально расположенные пропеллеры вращаются в разные стороны и обеспечивают компенсацию создаваемых пропеллерами противомоментов. По сравнению с БПЛА вертолетного типа квадрокоптеры обладают рядом преимуществ, таких как: надежность и простота конструкции, большая стабильность, компактность и маневренность, малая взлетная масса при существенной массе полезной нагрузки.

Одна из задач управления БПЛА – это обеспечение стабильности полета. При пилотировании БПЛА присутствуют внешние воздействия, основные из них это: порывы ветра, резкие перепады давления, турбулентные потоки, радио помехи, магнитные аномалии и т.д. Для стабилизации полета в программном обеспечении БПЛА используют различные виды регуляторов [3].

В настоящее время наиболее часто встречающимся регулятором при построении квадрокоптера является пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор). Причинами столь высокой популярности ПИД-регулятора являются простота построения и промышленного использования, изученность свойств и принципа действия, пригодность для решения большинства практических задач и низкая стоимость. Существует достаточно много методов настройки ПИД-регулятора для управления параметрами квадрокоптера, однако, традиционный метод ПИД-регулирования не может обеспечить приемлемое качество управления при меняющихся характеристиках материалов и среднем качестве используемого оборудования [4]. Чем лучше подобраны параметры регуляторов и выше тактовая частота обработки данных, тем выше точность и стабильность управления.

Целью данной работы стала разработка квадрокоптера с открытой аппаратной и программной частями. Такая концепция превращает БПЛА в конструктор. В зависимости от своих нужд пользователь может менять параметры управления, полетные функции, добавлять датчики или же изменять программное обеспечение.

Собираемый квадрокоптер (см. рисунок 1) относится к категории малых БПЛА. В базовом варианте квадрокоптер снабжен управляющим микроконтроллером, модулем радиопередачи, гироскопом и акселерометром, барометрическим датчиком, моторами и их регуляторами, а также дополнительными светодиодами для индикации. Квадрокоптер управляется с помощью устройства управления, на котором установлен микроконтроллер, ЖКИ-экран, модуль радиопередачи и различные джойстики и кнопки для управления БПЛА.



Рисунок 1 – Разрабатываемый квадрокоптер

Управление полетом и всеми датчиками квадрокоптера осуществляется при помощи контроллера полета, основным элементом которого является микроконтроллер. В качестве микроконтроллера используется MEGA328-AU – это компактная модель 8-битного микроконтроллера, которая создана на базе *ricoPower AVR RISC* от компании ATMEL. Несмотря на малые размеры, в MEGA328-AU достаточно обширный интерфейс и 23 универсальных порта ввода-вывода. Микроконтроллеры ATMEL AVR применяются в классической линейке устройств Arduino, поэтому к достоинствам можно отнести низкий порог вхождения – удобная кроссплатформенная интегрированная среда разработки, используемые в библиотеках высокоуровневые языки программирования [5]. Все это существенно облегчает работу с микроконтроллером и делает его удобными как для новичков, так и для опытных разработчиков, что является наиболее существенным достоинством, так как концепция открытой аппаратной и программной частей предполагает, что пользователь без специализированных навыков должен справиться с настройкой и усовершенствованием устройства.

Гироскоп и акселерометр – важные датчики, которые определяют положение квадрокоптера в пространстве, а также движется ли он. На основе этих модулей микроконтроллер распределяет нагрузку между двигателями. Акселерометр выполняет роль стабилизатора, а гироскоп определяет положение в пространстве. На плате контроллера полета разрабатываемого устройства установлен модуль GY-521 на микросхеме MPU6050, который включает в себя трехосевой гироскоп и акселерометр с фильтром Калмана. Также на квадрокоптере установлен датчик атмосферного давления GY-68, который обеспечивает функцию удержания высоты. Он построен на чипе Bosch BMP180, который является усовершенствованной версией чипа BMP085. Датчик BMP180 построен по магниторезистивной технологии, благодаря чему имеет высокую точность и линейность, а также низкий уровень шумов. За установку связи между квадрокоптером и пультом дистанционного управления отвечает радио-модуль NRF24L01.

Программная часть устройства реализована на языке C, благодаря ней осуществляется связь датчиков квадрокоптера и микроконтроллера. В программном обеспечении реализовано 3 ПИД-регулятора, которые отвечают за стабилизацию квадрокоптера по оси x, y и z.

Таким образом, будет получено универсальная модель БПЛА с возможностью модернизации в зависимости от предполагаемой области использования. Помимо возможности расширения функционала устройства, еще одним достоинством является относительно небольшая итоговая стоимость. Квадрокоптеры, представленные на рынке, поставляются с закрытым исходным кодом, и их цена в разы превышает суммарную стоимость каркаса, микроконтроллера и набора необходимых датчиков разрабатываемого устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Орехов С. Ю., Гайгеров М. А., Бородулин А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИХ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ / Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей №6/2022 – С. 7062–7073.
2. Доклады и статьи ежегодной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами», г. Коломна, 2016. – 274 с.
3. Мельниченко А. С. Анализ возможностей моделирования и применение регуляторов для управления квадрокоптером / А. С. Мельниченко, В. А. Шель, С. В. Кирильчик // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2015. – №2 (163). – С. 40–49.
4. Белоконь А.И., Золотухин Ю.Н., Котов К.Ю., Мальцев А.С., Нестеров А.А. Управление параметрами полёта квадрокоптера при движении по заданной траектории // Автометрия. – 2013. – № 4. – С. 32–42.
5. Петров И. В. Программируемые микроконтроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Петров И. В. – Изд-во СОЛОН-Пресс, 2010 – 255 с.