

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Мельцов Василий Юрьевич

канд. техн. наук, доцент

Шевяков Максим Александрович

студент

Куваев Алексей Сергеевич

студент

ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»

г. Киров, Кировская область

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

Аннотация: в статье рассматриваются возможности использования летающих дронов с целью охраны, мониторинга, и обследования различных объектов и обеспечения безопасности людей. Описываются основные типы беспилотных четырёхроторных вертолётов (квадрокоптеров), способных реализовать обозначенные цели. Проанализированы особенности систем управления данными летательными аппаратами. Предложена структура квадрокоптера, обеспечивающая безопасность полета, удержание позиции в условиях помещения и улицы, а также уклонение от препятствий.

Ключевые слова: квадрокоптер, метод обратного обхода интегратора, кватернион, стабилизация, акселерометр, гироскоп, магнитометр.

Актуальность применения беспилотных аппаратов.

В настоящее время происходит автоматизация практически всех сфер человеческой деятельности с целью повышения производительности труда и ограждение людей от источников опасности. Однако автоматизация некоторых сфер еще только начинает развиваться либо совсем не развита.

Например, каждый день вертолет совершают облет газовой трубы с целью обнаружения утечек. Стоимость вертолета, топлива и его обслуживания довольно высока, к тому же существует риск падения вертолета с пилотом. Небольшой беспилотный летательный аппарат с заданным маршрутом облета и датчиком газа является более дешевым и надежным вариантом в данном случае. Кроме того, при его падении исключаются людские жертвы и аварии на газопроводе, так как вес аппарата незначителен.

Другими задачами для летающих дронов могут служить:

- поиск пропавших или заблудившихся людей;
- видеосъемка мероприятий с воздуха;
- охрана объектов;
- удаленный мониторинг и обследование опасных объектов;
- создание карт местности и планов зданий;
- транспортировка объектов на небольшие расстояния и т. д.

Таким образом, существует спрос на небольшие летательные аппараты, автоматически выполняющие какую-либо миссию, с целью обеспечения безопасности людей и значительного сокращения и времени, и стоимости подобных операций.

Основные типы беспилотных аппаратов.

Существуют несколько основных типов беспилотных летательных аппаратов. Самолеты имеют, обычно, большой размер и вес, длительное время полета, но низкие показатели маневрирования и необходимость использования взлетной полосы, а также подходят не для всех видов деятельности. Другой вид летательных аппаратов – вертолет. Он обладает преимуществом вертикального взлета, но его недостатком является большой размер основного пропеллера относительно корпуса, что создает опасность при использовании вблизи зданий и людей. Также недостатком является сложная система автомата перекоса, что усложняет управление данным видом аппарата.

Существуют многороторные вертолеты, называемые трикотерами, квадрокоптерами, гексакоптерами, в зависимости от количества роторов. Такие вертолеты обладают более высокой надежностью и возможностями маневрирования.

На сегодняшний день наиболее распространенной является конструкция с четырьмя винтами, она представлена на рисунке 1. Такой аппарат является более дешевым и доступным, но автоматическое управление и стабилизация полета являются нетривиальной задачей и требуют детального рассмотрения.

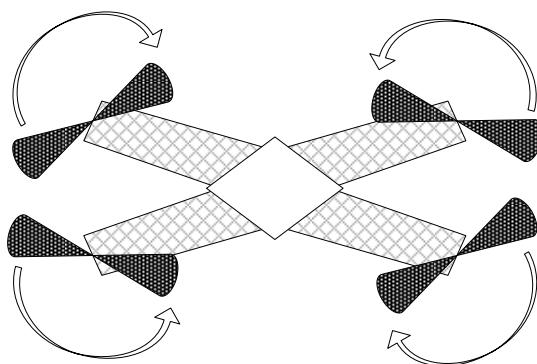


Рис. 1. Четырехроторный вертолет

Особенности систем управления квадрокоптерами.

Множество команд разработчиков занимаются данной тематикой, но в результате в коммерческих целях созданы только модули стабилизации многороторных систем удаленного управления без возможности полностью автоматического полета по заданному плану. Также данные системы не обеспечивают безопасности: лопасти вызывают ранения у людей, а падения из-за сгоревшего двигателя или отказавшего датчика заканчиваются травмами. Этого можно избежать, если ввести систему управления выброса парашюта и алгоритмы аварийной остановки двигателей.

Рассмотрим наиболее известные проекты по созданию беспилотных квадрокоптеров.

Команда разработчиков «The flying machine arena», Цюрих, Германия. Особенности: ориентация с помощью внешнего Kinect, удаленные вычисления дифференциальных уравнений движения и пересылка сигналов управления по WIFI,

удержание высоты и горизонта, полет по точкам в пределах видимости камеры. Недостатки: применим только для полётов в пределах видимости Kinect-камер и Wi-Fi.

Команда технического университета в Мюнхене, Германия. Особенности: в основу взят квадрокоптер Parrot AR.drone с открытым программным обеспечением, содержащий дальномер для измерения высоты, акселерометры, гироскопы, а также две видеокамеры. Для обработки данных с передней камеры необходимы сложные вычисления, для чего используется WIFI и ноутбук. Недостатки: неприменим на больших высотах и плохом освещении, а также вдали от ноутбука.

Модули управления мультикоптерами NAZA, компания DJI. Особенности: блок управления вертолетами с количеством винтов три, четыре, шесть или восемь, точное удержание высоты и горизонта, возврат к точке старта, удержание позиции. Недостатки: нет уклонения от препятствий, закрытое ПО.

Команда разработчиков компании КРОК, Россия. Особенности: все вычисления производятся на борту, облетает препятствия с помощью лидара, обнаруживает с помощью видеокамеры маркер взлета и посадки. Недостатки: высокая стоимость, низкая маневренность из-за большого веса, обусловленного тяжестью мощного устройства управления.

Предлагаемое решение проблемы.

Для того чтобы исправить указанные недостатки наиболее известных проектов, необходимо создать собственную систему стабилизации, обеспечивающую автономный полет и безопасность при отказах датчиков и двигателей с возможностью адаптации системы к различным назначениям.

Для решения всех вышеперечисленных проблем предлагается разработать устройство управления беспилотным четырехроторным вертолетом, обладающее следующими функциями:

– стабилизация углов наклона и поворота с автоматической настройкой коэффициентов регулятора и адаптацией под различные условия полета;

- удержание позиции в условиях помещения и улицы путем получения как локальных, так и глобальных координат;
- автоматический взлет и посадка, получение данных о высоте как над уровнем моря, так и над поверхностью;
- обнаружение и уклонение от препятствий;
- обеспечение безопасности летательного аппарата путем самодиагностики работоспособности двигателей как перед выполнением взлета, так и в полете, аварийное отключение двигателей, управление выбросом парашюта при отказе датчиков, двигателей, аккумулятора или всего устройства управления в воздухе;
- выполнение планов полета, состоящих из команд, полученных от наземной станции.

На данный момент разработана обобщённая структурная схема летательного аппарата (рис. 2). В системе можно выделить следующие блоки.

1. Навигационный блок – выполняет опрос основных датчиков, для получения навигационных данных, вычисление отклонения летательного аппарата от требуемого состояния и управляющих функций, подаваемых на двигатели.
2. Блок вычислений – получает данные от фронтальной и от нижней камеры, выполняет вычисление относительных координат путем сравнения изображений нижней камеры и общение с наземной станцией через радиомодули.
3. Наземная станция – получает навигационные данные и видео от блока управления, анализирует видеопоток для определения препятствий, отсылает команды управления летательным аппаратом.
4. Блок управления выбросом парашюта – является автономным относительно блока управления, служит для выброса парашюта при отказе датчиков, двигателей, блока управления или основного аккумулятора.

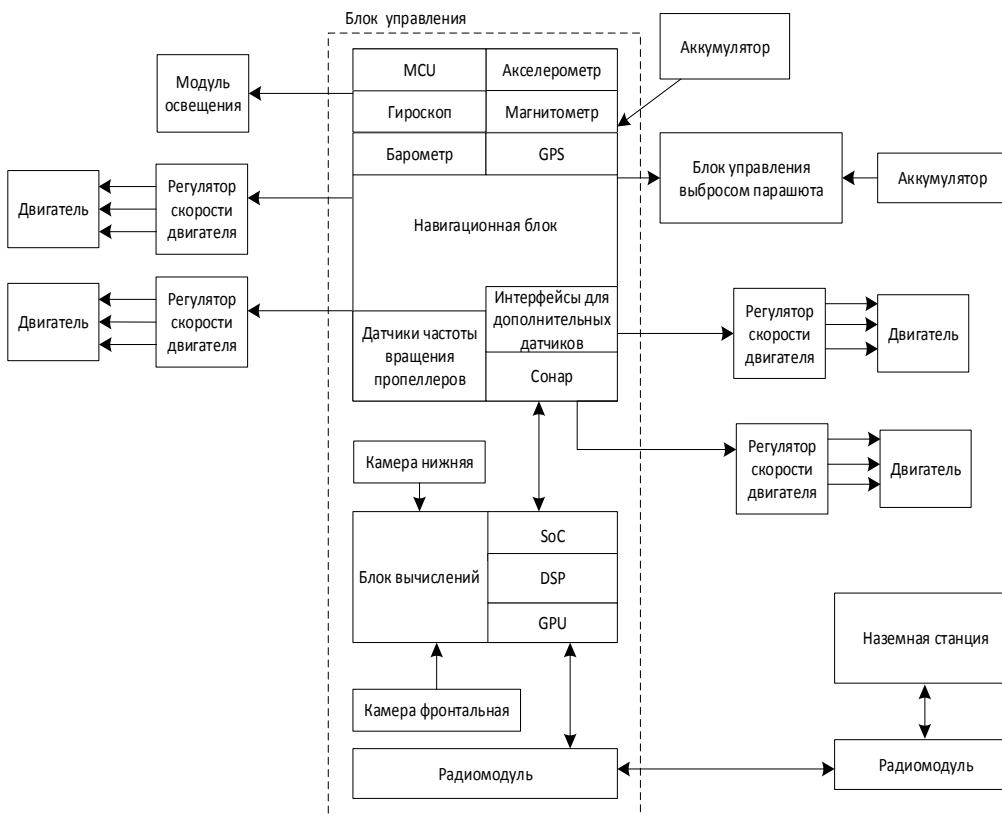


Рис. 2.

Структурная схема квадрокоптера с блоком управления

Для стабилизации полета вертолета необходимо решить следующие задачи:

- определить углы наклона аппарата относительно поверхности земли, а также угол поворота относительно вертикальной оси, высоту над уровнем моря и над поверхностью, локальные и глобальные координаты;
- вычислить отклонение аппарата от требуемого состояния;
- вычислить значение функций управления, приводящих систему в требуемое состояние;
- подать управляющие сигналы на двигатели для компенсации отклонения.

Для определения углов наклона и направления необходимо использовать акселерометр, гироскоп и магнитометр, показания которых обрабатываются фильтром С. Мадгуика [2], на выходе которого получаем кватернион [1], характеризующий положение летательного аппарата относительно гравитационного поля Земли. Отклонение аппарата является разностью требуемого параметра от измеренного.

Заключение.

В целом введение множества датчиков обеспечивает полноту навигационных данных (углы наклоны и поворота, высота над поверхностью и над уровнем моря, относительные и глобальные координаты), а, следовательно, лучшую устойчивость летательного аппарата в различных условиях. Предлагаемое решение, в первую очередь, обеспечит безопасность эксплуатации летательного аппарата с помощью подсистемы облета препятствий, а также путем выброса парашюта при отказах датчиков, двигателей или всего блока управления.

Применение как GPS-приемника, так и нижней видеокамеры позволит выполнять стабилизацию положения в условиях как хорошего сигнала от спутников, так и при его отсутствии (в помещении). Возможность установки дополнительных датчиков обеспечивает адаптируемость летательного аппарата к различным назначениям.

Список литературы

1. Матвеев В.В., Распопов В.Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.
2. Sebastian O.H. Madgwick. An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.samba.org/tridge/UAV/madgwick_internal_report.pdf, свободный. (Дата обращения: 20.12.2014).