**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра математической кибернетики**

ГОРУДКО

Виталий Леонтьевич

**СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ КВАДРОКОПТЕРА**

Дипломная работа

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук,

доцент кафедры математической кибернетики С.Е. Бухтояров

Допущена к защите

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г.

Зав. кафедрой математической кибернетики

доктор физико-математических наук,

профессор А.Г. Гладков

Минск, 2017

**РЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

 Дипломная работа содержит:

* 69 страниц
* 10 иллюстраций
* 4 использованных источников литературы
* 2 приложения

Ключевые слова: КВАДРОКОПТЕР, БЛОК УПРАВЛЕНИЯ, УГЛЫ ЭЙЛЕРА, КВАТЕРНИОН, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, АКСЕЛЕРОМЕТР, ГИРОСКОП, МАГНИТОМЕТР, БАРОМЕТР, УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СОНАР.

В данной дипломной работе рассматриваются вопросы определение ориентации и положение квадрокоптера в пространстве с помощью инерциальных и других датчиков, а также стабилизация платформы квадрокоптера.

Целью дипломной работы являются:

1) разработка алгоритмов определения ориентации и положения платформы в пространстве и их стабилизации;

2) разработка электронного блока управления квадрокоптера;

3) реализация алгоритмов стабилизации для разработанного блока управления.

Создание программного обеспечения для электронного блока управления было осуществлено на языке C и программы удаленного управления и контроля на языке C# с использованием интерфейса программного приложения (API) Windows Forms.

Основным результатом выполненной работы является устройство, решающее задачу стабилизации платформы квадрокоптера.

В данной дипломной работе получены следующие результаты:

1. изучены способы задания ориентации платформы квадрокоптера.
2. разработан алгоритм вычисления ориентации квадрокоптера с помощью акселерометра, гироскопа и магнитометра.
3. разработан алгоритм вычисления относительной высоты с помощью барометра и ультразвукового сонара.
4. разработан электронный блок управления квадрокоптера реализующий алгоритмы расчета ориентации и стабилизации платформы.
5. написано программное обеспечение удаленного контроля и управления квадрокоптером.

**РЭФЕРАТ ДЫПЛОМНАЙ РАБОТЫ**

Дыпломная праца ўтрымвае:

* 69 старонак
* 10 ілюстрацый
* 4 скарыстаных крыніц літаратуры
* 2 дадаткі

Ключавыя словы: КВАДРАКОПТАР, БЛОК КІРАВАННЯ, ВУГЛЫ ЭЙЛЕРА, КВАТЭРНІЁН, МІКРАКАНТРОЛЕР, АКСЕЛЕРОМЕТР, ГІРАСКОП, МАГНІТОМЕТР, БАРОМЕТР, УЛЬТРАГУКАВЫ САНАР.

У дадзенай дыпломнай рабоце разглядаюцца пытанні вызначэнне арыентацыі і становішча квадракоптара ў прасторы з дапамогай інэрцыйных і іншых датчыкаў, а таксама стабілізацыя платформы квадракоптара.

Мэтай дыпломнай работы з'яўляюцца:

1. распрацоўка алгарытмаў вызначэння арыентацыі і становішча платформы ў прасторы і іх стабілізацыі;
2. распрацоўка электроннага блока кіравання квадракоптара;
3. імплементацыя алгарытмаў стабілізацыі для распрацаванага блока кіравання.

Стварэнне праграмнага забеспячэння для электроннага блока кіравання было ажыццёўлена на мове C і праграмы выдаленага кіравання і кантролю на мове C# з выкарыстаннем інтэрфейсу праграмнага дадатку (API) Windows Forms.

Асноўным вынікам выкананай работы з'яўляецца прылада, рашаючая заданне стабілізацыі платформы квадракоптара.

У дадзенай дыпломнай рабоце атрыманы наступныя вынікі:

1. вывучаны спосабы задання арыентацыі платформы квадракоптара;
2. распрацаваны алгарытм вылічэння арыентацыі квадракоптара з дапамогай акселерометра, гіраскопа і магнітометра;
3. распрацаваны алгарытм вылічэння адноснай вышыні з дапамогай барометра і ўльтрагукавога санара;
4. распрацаваны электронны блок кіравання квадракоптара які рэалізуе алгарытмы разліку арыентацыі і стабілізацыі платформы;
5. напісана праграмнае забеспячэнне выдаленага кантролю і кіравання квадракоптарам.

**DIPLOMA WORK ABSTRACT**

The thesis contains:

* 69 pages
* 10 illustrations
* 4 sources of literature used
* 2 applications

Key words: QUADROCOPTER, CONTROL UNIT, EYLER CORNERS, QUATERNION, MICROCONTROLLER, ACCELEROMETER, GYROSCOPE, MAGNETOMETER, BAROMETER, ULTRASONIC SONAR.

In this thesis, questions are considered to determine the orientation and position of the quadrocopter in space using inertial and other sensors, as well as the stabilization of the quadrocopter platform.

The purpose of the thesis is:

1. development of algorithms for determining the orientation and position of the platform in space and their stabilization;
2. development of an electronic control unit for a quadrocopter;
3. implementation of stabilization algorithms for the developed control unit.

The software for the electronic control unit was created in C language and C# remote control and monitoring programs using the Windows Forms application programming interface (API).

The main result of the work done is the device solving the problem of stabilizing the platform of a quadrocopter.

In this thesis the following results were obtained:

1. explored ways to specify the orientation of the platform quadrocopter;
2. developed an algorithm for calculating the orientation of a quadrocopter using an accelerometer, a gyroscope and a magnetometer;
3. developed an algorithm for calculating the relative height using a barometer and an ultrasound sonar;
4. developed an electronic control unit quadrocopter realizing algorithms for calculating the orientation and stabilization of the platform;
5. written software for remote monitoring and control of the quadrocopter.