

stance, a camera will be fixed inside the room to study the hemodynamic activity in order to estimate generated heat from other source. This can be done by infrared and thermal imaging studies. These methods are most likely for static and zero movements inside the room. In order to study dynamic free flow intelligent systems based on fuzzy logic or neural network can serve the purpose of adaptive temperature control.

REFERENCES:

1. Hans Bauer et al. Thermal management of closed coupled catalyts. Society of automotive engineers, Inc. 1999. 12 pages.
2. EgidijusKazanavicius et al. The heat balance model of residential house. Information technology and control 2006. Vol 35. pp- 391-396.
3. Bjarne Olsen. Control of floor heating and cooling systems. Clima 2000. Napoli world congress 2001. 15 pages.
4. Jae-kiByun et al. Study on the development of an optimal heat supply control algorithm for group energy apartment buildings according to the variation of outdoor temperature. Energies 2012. 1686-1704.

МУЛЬТИКОПТЕРНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

И.И. Юнусов

Томский политехнический университет
ЭНИН, АТП, группа 5БМ53

В наше время беспилотные летательные аппараты являются достаточно сложными объектами управления, которые выполняют поставленные задачи в трехмерном пространстве с постоянно действующими силами гравитации и внешними возмущениями [1]. Воздушные мобильные роботы ориентированы на решение задач к которым можно отнести мониторинг больших площадей или определенных территорий. Их используют для снятия показаний температуры и атмосферного давления в непосредственной близости от объекта регулирования [2]. Немаловажным является применение беспилотных летательных аппаратов в теплоэнергетических расчетах, имеющих в своем распоряжении тепловизоры, и способных выполнять мониторинг объектов для фиксации утечек тепла [3].

Для осуществления наблюдения в условия ограниченного пространства были созданы мультикоптеры [4]. Мультикоптеры представляют собой разновидность летательных аппаратов, оснащенных четырьмя винтами [5] (так же имеются модели с шестью несущими винтами). Полёт мультикоптера осуществляется за счет подъемной силы которую создают несущие винты. Как правило винты расположены на крест-накрест пересекающихся балках и вращаются диагонально в противоположных направлениях, причем каждый винт приводится в движение отдельным двигателем.

Все основное оборудование устанавливается на платформе, которая состоит из рамы. На раме монтируется основная плата управления и приемо-передатчик для связи с наземным комплексом. На «лучах» рамы монтируются бесколлекторные двигатели, каждым из которых управляет отдельный регулятор. На платформе расположен специализированный процессор, который обрабатывает команды, полученные от операторской аппаратуры радиосвязи, и управляет стабилизацией платформы в горизонтальной плоскости. Стабилизация мультикоптера осуществляется за счет получения данных об углах наклона с трех гироскопов и акселерометров.

Устойчивый полет обеспечивает контроллер (microcontroller), главная задача которого состоит в стабилизации летающей платформы в воздухе в горизонтальном положении путем подачи управляющих сигналов двигателям. Он использует данные от гироскопических датчиков (gyros) и вычисляет скорость для каждого отдельного пропеллера. Контроллер также компенсирует влияние внешних воздействий, таких, например, как ветер.

Для того чтобы обеспечивался устойчивый полет необходимо оптимально настроить параметры контроллера беспилотного летательного аппарата. Система автоматического управления полетом беспилотного летательного аппарата представляет систему регулирования по трём осям XYZ, схема которой представлена на рисунке 1.

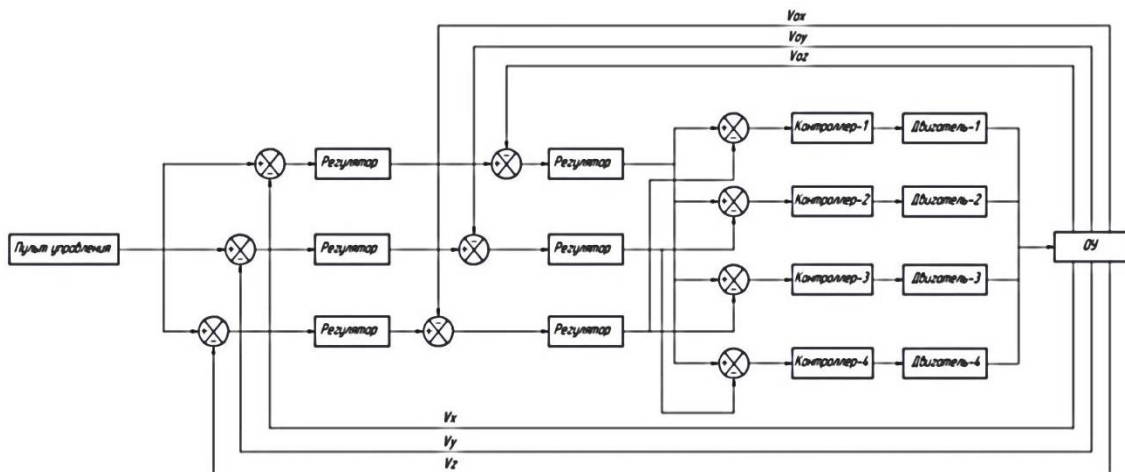


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического управления

Полет беспилотного летательного аппарата осуществляется за счет вращения четырех винтов, расположенных диагонально относительно платформы. Каждый винт имеет свой собственный двигатель, который приводит его в движение. Управление мультикоптером осуществляется путём изменения скорости вращения винтов.

В качестве регулирующего устройства используется микроконтроллер, на вход которого поступают сигналы с пульта управления и сигналы с датчиков, измеряющих скорость изменения координаты и углов относительно оси.

Работа контроллеров, подключенных к каждому двигателю, заключается в том, чтобы регулировать число оборотов и передавать двигателю энергию батареи. Для передачи энергии в контроллере используются силовые ключи, которые могут закрываться и открываться за долю секунды.

Оптимальные параметры регуляторов получены с помощью программного комплекса MatLab R2014. Для выполнения качественного регулирования необходимо знать о динамическом поведении объекта в пространстве. Синтез, т.е. процесс получения математического описания аппарата управления на основе экспериментальных данных на входе и выходе системы называется идентификацией объекта [6]. Результатом идентификации является графики импульсной или переходной характеристики объекта управления.

С помощью приложения PID Tuner, в которой проводилась идентификация, была получена переходная характеристика объекта (Рисунок 2). По данной переходной характеристике определяются параметры ПИД-регулятора

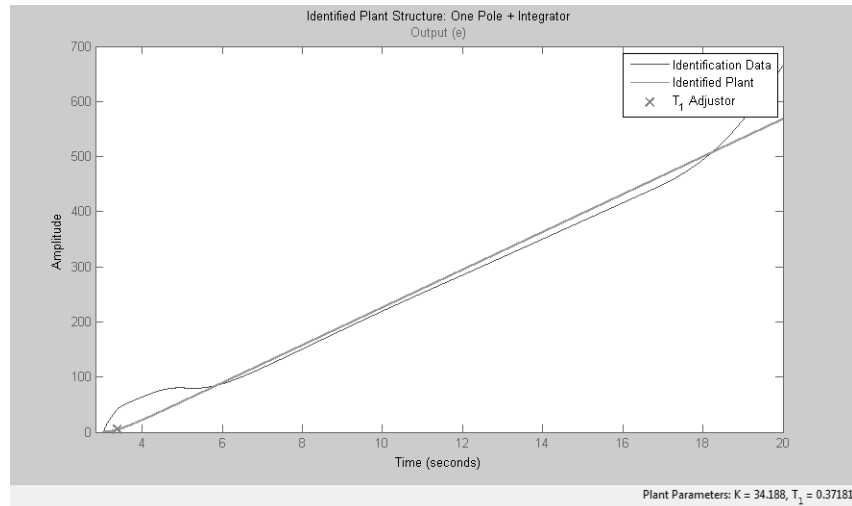


Рис. 2. Кривая разгона объекта управления

По полученной переходной характеристике с помощью программы matlab определяются коэффициенты настройки регулятора и его переходный процесс. Переходный процесс регулирования представлен на рисунке 3. Сплошная линия – это настроенный регулятор с оптимальными коэффициентами. Штриховая линия – ненастроенный регулятор с исходными параметрами.

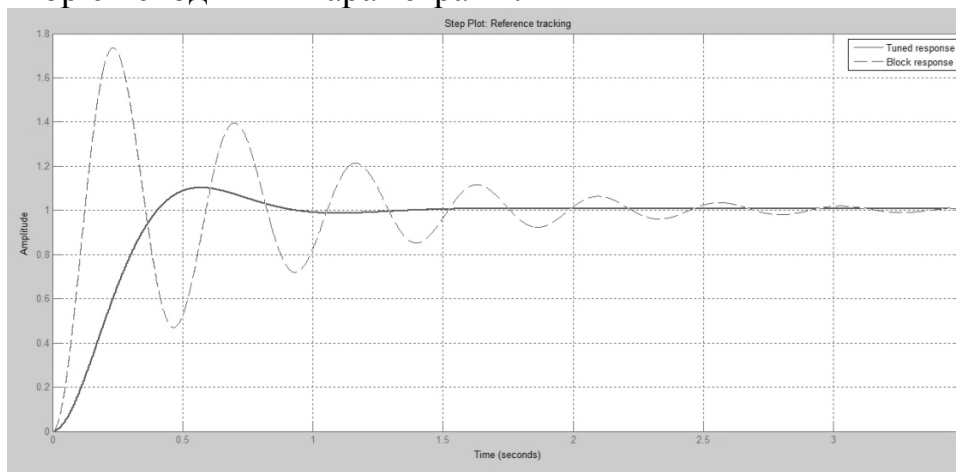


Рис. 3. Переходный процесс регулирования

Полученные коэффициенты регулятора представлены в таблице

1.

Табл. 1. Оптимальные коэффициенты настройки регулятора

Регулятор	K_P	T_I	T_D
ПИД	0,15757	0,0067143	0,045169

С помощью программного комплекса MatLab можно быстро и наиболее точно настроить параметры регуляторов различных сложных систем, таких как беспилотные летательные аппараты мультикоптерного типа. По итогам расчета получены оптимальные параметры для ПИД-регулятора системы автоматического управления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Браверман А.С., Вайнтруб А.П. Динамика вертолета. Предельные режимы полета. М.: Машиностроение, 1988.
2. Hendrickx Marijn, Gheyle Wouter, Bonne Johan, Bourgeois Jean, Wulf Alain De, Goossens Rudi. The use of stereoscopic images taken from a microdrone for the documentation of heritage An example from the Tuekta burial mounds in the Russian Altay//Journal of Archaeological Science. 2011. Vol. 38. P. 2968 2978.
3. Braunl Thomas. Embedded Robotics. Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.
4. Castillo Pedro, Lozano Rogelio, Dzul Alejandro E. Modelling and Control of Mini-Flying Machines. London: Springer, 2005.
5. Beji L., Abichou A., Slim R. Stabilization with Motion Planning of a Four Rotor Mini-rotorcraft for Terrain Missions//Fourth Int. Conf. on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA). 2004. P. 335 340.
6. Андык В.С. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 108 с.

Научный руководитель: С.В. Шидловский, д.т.н., профессор каф. АТП ЭНИН ТПУ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕЧЕТКОЙ И ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

А.М. Джамбеков

Астраханский государственный технический университет, кафедра автоматике и управления

На сегодняшний день важнейшим процессом нефтепереработки и нефтехимии является каталитический риформинг. Основной проблемой при математическом моделировании и управлении процесса каталитического риформинга является наличие большого количества информации о процессе, которую нельзя формализовать традиционным математическим аппаратом (информация о компонентном составе газосырьевой смеси, состоянии оборудования и пр.).

Математическое описание на основе теории нечетких множеств [1] позволяет представить качественную информацию в формализо-