

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Утешева Алексея Юрьевича на диссертацию Баранова Олега Владимировича на тему «Построение отказоустойчивых конфигураций квадрокоптеров», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Диссертация Баранова О.В. посвящена исследованию вопросов отказоустойчивости квадрокоптеров. Автор развивает известные идеи о возможности посадки аппарата на двух винтах из четырех, при этом приводит оригинальные алгоритмы спасения. Работа является практически ориентированной. Порядок представления результатов в диссертации соответствует циклу разработки подобных БПЛА: выбор основных компонентов, сборка, настройка системы управления. Фактически, автором предлагается некоторая методика его проектирования, позволяющая в конечном итоге получить отказоустойчивый аппарат. В работе представлены соответствующие расчеты и показано, что спроектированный таким образом аппарат будет не только отказоустойчив, но и практически применим. Вышеуказанные обстоятельства указывают на актуальность и высокую практическую значимость диссертации.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и трех приложений.

В первой главе описана постановка задачи, определены целевые летно-технические характеристики для отказоустойчивой модификации аппарата, приведена расчетная математическая модель. Далее описан целый ряд вспомогательных результатов системного характера: классификатор квадрокоптеров и аварий, определяются параметры среды моделирования. Отдельным пунктом рассмотрен вопрос о сборке аппарата и выборе материалов отдельных комплектующих.

Во второй главе проводится моделирование аварийных ситуаций. С использованием программного обеспечения (ПО), разработанного в среде Matlab, проведены численные эксперименты и показана эффективность предлагаемых алгоритмов спасения. Главным достижением раздела является алгоритм спасения аппарата при потере тяги одного или двух диагональных винтов с использованием специально разработанного ПИД-регулятора.

В третьей главе в контексте аварий, связанных с потерей данных навигационных систем, рассматривается задача оптимального управления квадрокоптером. Для решения поставленной задачи автором выбран адаптивный метод Р. Габасова. Разработано ПО — модуль решения задачи оптимального управления для перевода аппарата из одной заданной точки в другую. Таким образом появляется возможность построения управляющих сигналов без использования внешних навигационных средств. Данный модуль предлагается для внедрения в состав ПО полетного контроллера отказоустойчивой конфигурации.

В приложении А представлена общая схема программы реализации метода Габасова для оптимального управления квадрокоптером. Программа зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности.

В **приложении Б** представлен исходный код программы для моделирования ПИД-управляемого спасения и других режимов.

В **приложении В** представлены документы: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ и акты внедрения.

Результаты, приведенные в данной диссертации, были **апробированы** на нескольких научных конференциях различного уровня, также опубликовано пять статей, индексируемых в Scopus.

Достоверность положений, выявленных закономерностей и выводов обеспечивается корректным использованием математического аппарата, проведением расчетов на конкретных примерах, положительной апробацией на конференциях различного уровня. Отдельные результаты были внедрены на предприятии-эксплуатанте БПЛА.

Замечания и недочеты:

1. В главе 3 не приведено обоснование выбора именно метода Р. Габасова в качестве инструмента для решения задачи оптимального управления. Было бы разумно добавить соответствующие обоснование, провести сравнения с другими методами.
2. Неясна практическая значимость приведенного примера задачи управления электродвигателем (п. 3.2) по простейшей линейной модели.
3. Оценка практической значимости всей работы затруднена отсутствием в ней комментариев по времени решения задач оптимального управления. Это – принципиальный момент поскольку аварийная ситуация с БПЛА обычно происходит неожиданно, а установление типа повреждения и принятие решения по выбору оптимальной стратегии остается за оператором, находящемся на достаточном удалении от объекта.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Считаю, что диссертация Баранова Олега Владимировича на тему «Построение отказоустойчивых конфигураций квадрокоптеров» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Баранов Олег Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий Кафедрой
фундаментальной информатики и распределенных систем



Дата: 29.08.2023

Утешев А. Ю.