ОТЗЫВ

официального оппонента диссертационной работы

Мартинеза Леона Андреса Сантьяго

«Модели и алгоритмы автономного управления мониторингом прибрежных территорий с помощью малогабаритного беспилотного летательного комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы исследования

Стремительное развитие информационных технологий и микроэлектроники существенно расширило возможности создания автономных интеллектуальных роботизированных комплексов, открывая новые перспективы их широкого применения. Одним из наиболее актуальных направлений является автономный мониторинг открытых территорий, требующий оперативного сбора, обработки и анализа данных об окружающей среде для оперативного принятия решений. Применение современных интеллектуальных систем дистанционного наблюдения позволяет комплексно оценивать качественные и количественные характеристики наземных и водных объектов. В настоящее время актуальным для любой страны является совершенствование используемых технологий с целью повышения эффективности работ профильных служб по мониторингу, направленных на обеспечение контроля и безопасности территориальных вод и государственных границ. Таким образом, исследование методов проектирования и внедрения автономных роботизированных комплексов воздушного базирования для мониторинга прибрежных территорий имеет значительное научное и практическое значение, обусловленное необходимостью интеграции технологий в задачи обеспечения безопасности и устойчивого управления территориальными ресурсами. При этом важными критериями являются обеспечение быстродействия мониторинга вверенных территорий, снижение рисков для жизни персонала и сокращение финансовых затрат, что положительно сказывается на эффективность проводимых видов работ. На примере Республики Эквадор одним из приоритетных объектов мониторинга в прибрежных территориях является малогабаритный морской транспорт, который часто используется для осуществления противоправной деятельности. Применение малогабаритных бес-

пилотных летательных комплексов в качестве ассистирующих средств, дистанционно корректирующих действии специалистов государственных служб в ходе проведения разведывательных и оперативных мероприятий, позволяет повысить уровень организации и безопасность их персонала. На сегодняшний день применение таких технологий сдерживается отсутствием методов проектирования подобных систем, основанных на математических моделях и алгоритмах управления автономным движением роботизированных комплексов. Следовательно, диссертационная работа Мартинеза Леона Андреса Сантьяго, посвященная повышению эффективности системы мониторинга прибрежных территорий посредством применения МБЛК и разработанных моделей и алгоритмов управления, направленных на повышение показателей эффективности контроля процесса мониторинга маломерного водного транспорта, является актуальной.

Структура диссертации

Структура представленной к защите работы отвечает установленным требованиям к диссертациям с логическим и последовательным изложением материала. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, насчитывающего 120 наименований. Основная часть работы изложена на 173 страницах машинописного текста, содержит 112 рисунков и 16 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируется цель и задачи представленной работы, определяется научная новизна, практическая и теоретическая значимости, приводятся выносимые положения на защиту, а также сведения о внедрения и публикации основных научных результатов.

В первой главе последовательно анализируется структура системы мониторинга прибрежных территорий (СМПТ) исходя из комплексных критериев организации, требуемых для обеспечения автономного контроля водного транспорта малого класса. Устанавливается, что мониторинг прибрежных территорий, в настоящее время осуществляется на базе стационарных пунктов охраны, специализированного водного транспорта, пилотируемой авиации и спутниковых технологий. Обосновывается целесообразность внедрения малогабаритных роботизированных воздушных систем для автономного решения задач мониторинга водного транспорта в прибрежных территориях. В

завершение главы автором формулируется цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе приводится структурная схема СМПТ с применением роботизированного комплекса воздушного базирования. Описывается схема взаимодействия оператора с малогабаритным беспилотным летательным комплексом (МБЛК) через человеко-машинный интерфейс (ЧМИ). Рассматриваются вопросы математического моделирования пространственного движения МБЛК и разработки имитационной модели для анализа закономерностей функционирования и выработки основных законов управления.

В третьей главе рассматривается работу модулей СМПТ в режимах планирования траектории и движения по ней к путевым точкам, заданным оператором. Определяются три режима работы системы: телеуправляемый, автономный и гибридный. Описывается математическая модель возмущенного движения МБЛК и выполняется виртуальное моделирование его пространственного движения при воздействии случайных и импульсных возмущений. Анализируется метод обнаружения и обхода стационарных препятствий и выполняется виртуальное моделирование пространственного движения МБЛК на основе алгоритма потенциальных полей.

В четвертой главе демонстрируется эффективность предложенных алгоритмов функционирования МБЛК в контролируемых и неконтролируемых условиях испытания прототипа. Исследуются задачи высокоточной посадки МБЛК методом визуального распознавания маркеров и обнаружения водного транспорта бортовой системой технического зрения. Приводится сравнительный анализ эффективности между СМПТ и традиционными способами мониторинга прибрежных территорий методом экспертных оценок. Считается, что данная глава служит логическим завершением диссертации.

В заключении представлены результаты диссертационной работы, полученные в результате проведенных исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования в достаточной степени обоснованы, логичны, эффективность предложенных решений доказана в работе. Теоретическая значимость работы состоит в

исследовании системных связей и закономерностей функционирования и развития СМПТ. В результате взаимодействия элементов удается обеспечить эффективное быстродействие и точность позиционирования МБЛК при выполнении задач мониторинга морских судов, при этом оптимизируется процесс взаимодействия между оператором и МБЛК.

Научную новизну представленной диссертации составляют:

- структура системы мониторинга прибрежных территорий роботизированного типа, включающая оператора, человеко-машинный интерфейс и МБЛК, отличающаяся от известных наличием аппаратно-программного комплекса и метода модульного планирования траектории движения в виде кусочно-линейных отрезков, позволяющего автоматизировать процесс пространственного зондирования вверенных оператором территорий;
- математическая модель СМПТ, рассматриваемая как человеко-машинная система (ЧМС) в состав которой входят оператор, человеко-машинный интерфейс и МБЛК; математические модели, описывающие движение МБЛК по заданным траекториям, отличающиеся от известных тем, что движение раскладывается на два вида: 1) движение по заданному закону, позволяет определить вектор управляющих воздействий; 2) возмущенное движение относительно заданного с учетом свойств окружающей среды и средств локальной навигации на основе ультразвуковых, инфракрасных модулей и системы технического зрения для определения корректирующих воздействий;
- метод синтеза многоканального регулятора МБЛК, отличающийся от известных тем, что подбирается такой вектор корректирующих управляющих воздействий, который позволяет оптимизировать параметры регулятора по качественным показателям переходного процесса при движении МБЛК в условиях неполноты информации об окружающей среде;
- многоуровневая аппаратно-программная архитектура системы мониторинга прибрежных территорий, отличающаяся от известных наличием бортовой системы технического зрения, выполняющей автономно высокоточную посадку МБЛК методом визуального распознавания идентификационных маркеров, расположенных на суше и служебно-разъездных катерах, а также распознавание в реальном масштабе времени водного транспорта методом переносного обучения одноэтапной свёрточной

нейронной сети, учитывающим качество и вид снимков, а также особенности погодных условий, свойственных прибрежным территориям.

Практическая значимость работы состоит в создании прототипа СМПТ на основе разработанной структуры, который может быть использован для проведения исследований в рамках решения задач мониторинга морского транспорта.

Достоверность полученных результатов подтверждается экспериментальными опытами, основанными на теоретических исследованиях и вычислительных экспериментах с использованием прикладного программного обеспечения, что свидетельствует о надёжности исходных предпосылок и логической непротиворечивости математических выкладок. Результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Замечания по диссертации

По диссертационной работе можно высказать следующие замечания:

1. Не рассмотрено влияние изменения положения центра масс МБЛК при выполнении мониторинга водного транспорта в фиксированном положении, что может привести к отклонению системы от заданной траектории движения из-за вибраций.
2. Представляет интерес развитие метода облета объектов, рассмотрев вариант взаимодействия МБЛК с подвижными объектами, препятствующим мониторингу.
3. В работе имеются пунктуационные ошибки, также некорректное использование ряда терминов.

Вышеизложенные замечания не снижают положительную оценку представленной диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Научные результаты которой относятся к специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Содержание автореферата диссертации соответствует диссертации и отражает её научную и практическую значимость.

Общее количество публикаций по теме диссертации, в том числе три публикации в изданиях из перечня ВАК, отражают основное содержание работы.

Диссертация Мартинеза Леона Андреса Сантьяго на тему «Модели и алгоритмы автономного управления мониторингом прибрежных территорий с помощью малогабаритного беспилотного летательного комплекса», в целом, с учетом ее научного уровня, новизны и практической значимости является законченной научно-квалификационной работой, выполненной лично автором. Диссертация содержит решение задачи автономного управления малогабаритным беспилотным летательным комплексом для мониторинга прибрежных территорий, имеющей значение для развития теории управления, развития систем оценки, контроля и обеспечения безопасности прибрежных территорий.

Таким образом, диссертация соответствует критериям, изложенным в п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, которым должны отвечать диссертационные работы, представленные на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Мартинез Леон Андрес Сантьяго заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:
профессор кафедры цифровых технологий обработки данных
РТУ МИРЭА, д.т.н., профессор

19.11.25 Никульчев Евгений Витальевич

Ученая степень: д.т.н. по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработки информации» (промышленность) (2006 г.)
Ученое звание: профессор
Адрес: 119454, г. Москва, ул. Проспект Вернадского, д. 78, РТУ МИРЭА
Телефон: +79162324317
E-mail: nikulchev@nail.ru

Подпись руки Никульчева Е.В.
удостоверяю
Заместитель начальника
Управления кадров
А.Ю. Налетов