

Рецензия

на статью Соколов О.А., Шлыков К.Н., Молчанов Д.В. «Экономическая оценка применения автоматизированной системы безопасного завершения полета БПЛА при обрыве волоконно- оптического канала связи»

Актуальность и значимость исследования

Актуальность работы обусловлена растущим применением беспилотных воздушных судов с волоконно-оптическим каналом связи для мониторинга протяжённых объектов, таких как линии электропередачи, магистральные трубопроводы и транспортные коридоры. Авторы справедливо выделяют механический обрыв оптического волокна как один из наиболее опасных отказов, при котором станция внешнего пилота утрачивает возможность управления аппаратом. Значимость темы усиливается тем, что аварийный сброс катушки с остатками волокна вызывает скачкообразное изменение массы и моментов инерции, которое стандартные алгоритмы возврата не учитывают. Постановка задачи в связке технической надёжности и экономической целесообразности эксплуатации отражает реальные потребности операторов и придаёт исследованию практическую направленность.

Методология и содержание

Методология сочетает синтез законов управления и математическое моделирование. Предложена архитектура системы безопасного завершения полёта, функционирующей в составе бортового автопилота и объединяющей робастный регулятор на основе линейно-квадратичного закона для стабилизации движения с адаптивным контуром с эталонной моделью, компенсирующим изменение массо-инерционных характеристик после сброса катушки. Изменение массы и момента инерции корректно описывается ступенчатой функцией, а обнаружение обрыва формализовано через падение интегральной мощности оптического сигнала ниже порогового значения в скользящем окне. Коэффициенты регулятора определяются из решения алгебраического уравнения Риккати, адаптивная добавка формируется

по градиентному правилу. Моделирование продольного движения в среде MATLAB и Simulink на примере аппарата самолётного типа подтверждает более плавное и быстрое восстановление режима снижения, ускоренное затухание отклонений и удержание расчётной траектории. Содержание изложено последовательно и технически корректно.

Практическая ценность

Практическая ценность работы состоит в предложении готовой к реализации архитектуры подсистемы автопилота, повышающей вероятность сохранения аппарата и полезной нагрузки при аварийном обрыве канала. Результаты моделирования, показывающие уменьшение отклонений по углу тангажа и вертикальной скорости и ограничение отклонения от траектории снижения несколькими метрами, дают конкретные ориентиры для разработчиков бортовых систем. Компактная экономическая модель позволяет оценивать целесообразность внедрения через сокращение ожидаемого ущерба, что полезно для эксплуатантов при обосновании затрат на программную доработку.

Научная новизна

Научная новизна заключается в сочетании робастного и адаптивного контуров для компенсации именно скачкообразного изменения массо-инерционных характеристик, вызванного сбросом катушки, чего не обеспечивают стандартные сценарные алгоритмы аварийного возврата. Оригинальным является увязка технического решения с компактной экономической моделью ожидаемого эффекта, выраженного через разность ожидаемых затрат при полной потере и при безопасном завершении полёта с учётом приведённых затрат на внедрение, распределяемых на парк однотипных аппаратов.

Перспективы и выводы

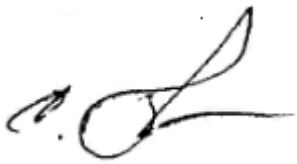
Работа представляет собой законченное исследование, объединяющее синтез управления, моделирование и экономическую интерпретацию. Перспективы связаны с проверкой предложенных алгоритмов в лётных экспериментах, уточнением вероятности аварийного события и

стоимостных параметров по данным реальной эксплуатации, а также с расширением модели на боковой канал движения. Полезным дополнением стало бы числовое наполнение экономической оценки для конкретных классов аппаратов. Статья соответствует требованиям к научным публикациям и рекомендуется к печати.

Статья рекомендуется к печати в научном журнале.

Рецензент - Зенченко Светлана Вячеславовна - доктор экономических наук, профессор, Северо –Кавказский федеральный университет

The reviewer Zenchenko Svetlana Vyacheslavovna - Doctor of Economics, Professor, North Caucasus Federal University

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'S. Zenchenko', written in a cursive style.