

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Бумая Андрея Юрьевича «Формирование оптимальной траектории и синтез алгоритмов управления беспилотным летательным аппаратом при облете запретной зоны», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации

1. Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите, со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК

Диссертация Бумая А.Ю. «Формирование оптимальной траектории и синтез алгоритмов управления беспилотным летательным аппаратом при облете запретной зоны» соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации по пунктам 2, 3, 4, 11 раздела III паспорта специальности.

2. Актуальность темы диссертации

Бурное развитие науки и техники в самых различных областях привело к широкому применению беспилотных летательных аппаратов (БЛА) для решения обширного круга задач. Как правило, решение задач с применением БЛА позволяет получить значительный экономический эффект, уменьшить время на получение информации и реализацию принятых решений. В связи с этим тема диссертационной работы Бумая А.Ю., направленная на поиск технических решений в целях повышения эффективности применения беспилотных летательных аппаратов, является актуальной.

3. Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

В диссертационной работе Бумая А.Ю. получены следующие новые научные результаты:

- разработана методика определения оптимальных, при выбранном критерии, параметров траектории движения БЛА через заданные точки пространства с учетом необходимости облета запретных зон;
- методика поэтапного аналитического синтеза закона управления

БЛА на основе методов модального управления, позволяющая на этапе предварительного проектирования произвести синтез математической модели автопилота;

– методика апостериорного оценивания посредством фильтрации навигационных параметров БЛА на основе предложенного критерия максимума апостериорного правдоподобия с учетом неопределенностей в выходной информации датчиков и случайных изменений параметров подсистем БЛА;

– методика вероятностного анализа попадания ЛА в область пространства, запрещенную для полетов, методом интегрирования вероятностных моментов.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные выводы и предложения диссертанта обоснованы, достоверность их подтверждается корректностью постановки задач и использованного математического аппарата, результатами проведенного математического моделирования.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Предложенная в диссертационной работе методика определения оптимальных, при выбранном критерии, параметров траектории движения БЛА через заданные точки пространства при облете запретных зон с последующим синтезом закона управления БЛА, а также методика комплексирования информации от источников измерений, что позволяет уменьшить вероятность нарушения границ запретных к полетам зон, имеют важный *научно значимый* результат.

Практическая значимость и реализуемость подтверждается актом об использовании результатов научных исследований, выданным Республиканским унитарным предприятием «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси.

Экономическая значимость заключается в повышении энергетической эффективности применения беспилотных летательных аппаратов при выполнении ими задач по предназначению.

Социальная значимость заключается в расширении возможностей применения беспилотных летательных аппаратов для решения задач по

поиску пропавших людей, разведке и локализации пожаров и так далее.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

По теме диссертации опубликовано 6 научных статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований (2,8 авторского листа).

Кроме того, опубликованы 7 работ в сборниках докладов конференций (1,1 авторского листа).

7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертационной работы и автореферата соответствует требованиям ВАК.

Материал диссертационной работы изложен в логической последовательности, доступно и увязано, термины используются грамотно, ссылки на использованную литературу расставлены корректно. Автореферат в достаточном объеме отражает содержание диссертации, выводы и результаты, полученные в ходе диссертационного исследования.

8. Замечание по диссертации

1. В автореферате диссертации содержится ряд неточностей:

– в формуле (1) после расчета разности координат не закрыта скобка и отсутствует возведение во вторую степень, в формуле (2) индекс «g» лишний, в формуле (3) отсутствует индекс «a» при переменной S, в формуле (9) символ \wedge указан ошибочно;

– на рисунках 3 (а, в, д) и 5 (в, г) размерности оси ординат указаны неверно, а на рисунке 6 не указаны.

В диссертации данные неточности отсутствуют.

2. На рисунке 3 нерационально выбраны масштабы. Из анализа графиков видно, что при подлете к конечным точкам участков траектории происходит резкое изменение координат, что характеризует снижение качества управления на этих участках. Из анализа времени моделирования и различных конечных и начальных значений переменных можно сделать вывод о произвольности расчетов без учета начальных значений параметров движения на предыдущем участке траектории.

3. Требуется пояснение размерности коэффициентов c_1 и c_2 . При применении их в формуле (2.12) это $\left[\frac{1}{(m/c)^2} \right]$ и $\left[\frac{1}{m^2} \right]$, а в формулах (2.14) – (2.16) – это $\left[\frac{1}{c} \right]$ и $\left[\frac{1}{c^3} \right]$.

9. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертационная работа Бумая А.Ю. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, поскольку является законченной актуальной научно-исследовательской классификационной работой, содержащей новые научно обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, использование которых обеспечивает решение важной прикладной задачи – повышение эффективности применения беспилотных управляемых летательных аппаратов и снижение вероятности нарушения ими запрещенных для полетов зон воздушного пространства.

Анализ содержания диссертации показывает, что научная квалификация Бумая А.Ю. соответствует учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации.

Заключение

Диссертация соискателя Бумая Андрея Юрьевича «Формирование оптимальной траектории и синтез алгоритмов управления беспилотным летательным аппаратом при облете запретной зоны», подготовленная под научным руководством доктора технических наук, профессора Лобатого Александра Александровича, является актуальной и законченной квалификационной научной работой. Содержание работы соответствует отрасли технических наук, паспорту специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации.

Соискатель заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук за разработку новых научно обоснованных результатов, включающих:

– определение оптимальных при выбранном критерии параметров траектории движения БЛА через заданные точки пространства с учетом необходимости облета запретных зон на основе которых выполнены этапы расчета предложенного аналитического синтеза закона управления БЛА на основе методов модального управления, что позволяет на этапе предварительного проектирования произвести синтез математической модели автопилота БЛА;

– методику апостериорного оценивания посредством фильтрации навигационных параметров БЛА на основе предложенного критерия максимума апостериорного правдоподобия с учетом неопределенностей в выходной информации датчиков и случайных изменений параметров

подсистем БЛА;

– методику расчета вероятности попадания БЛА в запретную зону методом интегрирования вероятностных моментов при условии линеаризации моделей движения и управления БЛА.

Официальный оппонент
профессор кафедры
информационно-вычислительных
систем учреждения образования
«Военная академия Республики
Беларусь»
кандидат технических наук, доцент

И.Г. Ильёв

17.10.2023 г.

Факты, изложенные в документе, не удостоверяю.

Город Минск. 17 октября две тысячи двадцать третьего года.
Я, Щербин В.В., начальник отдела кадров учреждения образования
«Военная академия Республики Беларусь»,
свидетельствую подлинность подписи Ильёва Игоря Георгиевича,
подписавшего документ в моем присутствии.

Начальник отдела кадров учреждения
образования «Военная академия
Республики Беларусь»
полковник



В.В.Щербин

Ознакомлен
18.10.2023

Бутман А.Ю

