

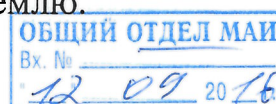
## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертационную работу  
**Кутоманова Алексея Юрьевича** на тему: «**Метод обеспечения  
безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной  
ситуации на любом этапе орбитального полета**»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением  
летательных аппаратов»

### **Актуальность темы диссертации**

В диссертационной работе Кутоманова Алексея Юрьевича предлагается решение актуальной задачи - обеспечения безопасности срочного спуска пилотируемого КА в случае возникновения нештатной ситуации на любом этапе космического полета. Предложенный автором метод нахождения безопасного варианта завершения пилотируемого космического полета, в отличие от существующих методов, позволяет экипажу найти приемлемый по безопасности район посадки в том случае, когда отсутствует время на ожидание достижения КА точки трассы, в которой возможно включение двигательной установки на торможение, обеспечивающей приведение возвращаемого аппарата в штатный полигон посадки.

В последние годы активно ведется разработка пилотируемого транспортного корабля нового поколения «Федерация», который должен осуществлять управляемый спуск в полигоны малого размера, расположенные на территории Российской Федерации. Исходя из этого, появляется возможность существенного расширения приемлемых по безопасности районов посадки в случае возникновения нештатной ситуации, требующей срочного возвращения экипажа на Землю.



Для решения задачи выбора траектории спуска, обеспечивающей приземление экипажа в благоприятном районе посадки при возникновении нештатной ситуации на любом этапе полета, автором предлагается использовать электронную карту всех возможных районов посадки. Разработанная в рамках диссертационной работы электронная карта, содержит классификацию всех достижимых районов посадки по критериям, учитываемым при обеспечении безопасности проведения пилотируемого спуска (общий характер местности, плотность населения, наличие сплошных лесных массивов и т.д.). С помощью электронной карты, а также алгоритма поиска приемлемой по безопасности траектории спуска, учитывающей все основные характеристики работы системы управления движением и навигацией перспективного пилотируемого корабля возможно решение поставленной задачи обеспечения безопасного спуска КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов в диссертации** подтверждается:

– корректным использованием в предложенном методе математической модели движения космического аппарата при спуске в атмосфере Земли с учетом модели гравитационного поля Земли (ПЗ - 90) ИА так же различных моделей атмосферы в зависимости от значений текущей высоты полета КА (ГОСТ Р 25645.166-2004, и ГОСТ 44-01-73);

– соответствием расчетных результатов полученных автором и аналогичных программных комплексов, используемых во ФГУП ЦНИИмаш, как в части обеспечения спуска отечественных пилотируемых КА по программе МКС, так и для моделирования движения орбитальной группировки ГЛОНАСС.

Полученные автором диссертации основные методические и расчетные результаты прошли апробацию на отечественных и международных научно-технических конференциях.

Таким образом, проведенное исследование, анализ научных положений и сформулированных выводов позволяют считать полученные результаты диссертационной работы достоверными и обоснованными.

**Новизна научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, заключается в следующем:**

1) На основе нового подхода впервые разработан метод, позволяющий осуществить возвращение экипажа на Землю в благоприятном районе посадки при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета;

2) Разработана методика создания электронной карты всех возможных районов приземления, основанная на использовании ранжировании критериев оценки безопасности районов проведения пилотируемого спуска.

3) Предложен алгоритм, использующий разработанную электронную карту возможных районов посадки для поиска приемлемого по безопасности варианта срочного завершения космической экспедиции;

4) Получены решения, позволяющие минимизировать время получения навигационной информации от аппаратуры спутниковой навигации после прохождения участка экранирования возвращаемого аппарата плазмой.

Оценивая содержание диссертационной работы, следует отметить, что представленный в ней материал изложен логически верно, последовательно и с убедительным доказательством правильности использованных методических подходов и полученных решений сложной актуальной задачи.

Во введении обоснована актуальность проведенного исследования, сформулированы цели и задачи работы, описана ее структура, перечислены новые научные и практические результаты исследования.

В первой главе проведен полный и квалифицированный анализ материалов по текущему состоянию исследований вопросов обеспечения безопасности экипажа при проведении срочного спуска в случае

возникновения нештатной ситуации. Выявлены наиболее актуальные задачи в области исследования и разработки методов повышения безопасности срочного завершения космической экспедиции.

Во второй главе приводятся основные аспекты совершенствования применяемых технологий обеспечения безопасного спуска, без которых невозможна практическая реализация разработанного автором метода.

В третьей главе представлены математические модели, используемые автором при решении задач расчета траектории срочного спуска, а также моделирования движения орбитальной группировки системы ГЛОНАСС. Приводится описание разработанного автором программно-математического обеспечения для решения задачи выбора траектории спуска при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета, удовлетворяющей критериям безопасности проведения пилотируемого спуска.

В четвертой главе представлены результаты анализа возможности использования существующей аппаратуры спутниковой навигации для решения задач навигационного обеспечения после прохождения участка экранирования возвращаемого аппарата плазмой.

В пятой главе приводится описание основных составляющих метода обеспечения безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе полета. Показана методика построения бортовой электронной карты, содержащей информацию о качестве всех возможных районов приземления. Приведены результаты исследования возможности применения разработанного метода обеспечения безопасного спуска при решении задач оперативного БНО управления полетами на борту перспективного пилотируемого КА.

В заключении формулируются основные результаты и выводы по диссертационной работе, а также предложения для дальнейших

исследований.

**Практическая значимость работы** заключается в следующем:

1) Разработано программно-математическое обеспечение для моделирования расчета безопасного варианта спуска при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета.

2) Разработанный метод обеспечения безопасного спуска при возникновении нештатной ситуации может использоваться в процесс космического полета при принятии решения об окончательном варианте завершения космической экспедиции.

3) Получены решения, позволяющие использовать разработанный метод нахождения наиболее безопасного варианта спуска на борту пилотируемого транспортного корабля и в оперативном контуре управления полетом.

Диссертационная работа соответствует комплексному исследованию, охватывающему ряд областей знаний согласно «Паспорта специальности 05.07.09 - Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

#### **Замечания:**

1. Представленная на рис.3.1.1. схема сил, действующих на ВА при спуске в атмосфере, не вполне соответствует силам, используемым в системе дифференциальных уравнений (3.1.4), описывающих движение ВА.

2. Диссертация не свободна от редакционных погрешностей. Например, на странице 49 написана фраза «вектор в боковая плоскость на момент разделения».

Приведенные замечания не снижают общего высокого научного уровня и практической значимости рассматриваемой диссертационной работы Кутоманова А.Ю.

## **Заключение о соответствии диссертационной работы установленным требованиям**

В соответствии с требованиями «Положения о присуждении ученых степеней»:

- полученные результаты диссертационного исследования соответствуют поставленной цели и задачам;
- автореферат диссертации полностью соответствует содержанию диссертационной работы;
- основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 5 статьях рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 монографии и 2-х свидетельствах на объект интеллектуальной собственности;
- диссертационная работа тематически и по содержанию соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационная работа Кутоманова Алексея Юрьевича «Метод обеспечения безопасного спуска пилотируемого КА при возникновении нештатной ситуации на любом этапе орбитального полета» является законченным научно-квалификационным исследованием на актуальную тему (обеспечение безопасности экипажа во время космического полета) и имеет практическую значимость. Новые результаты, полученные диссертантом, позволяют решить задачу выбора траектории спуска, обеспечивающей сохранение жизни и здоровья экипажа космического корабля в случае необходимости срочного спуска с орбиты искусственного спутника Земли.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований и практической значимости полученных результатов,

содержанию и оформлению - диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертационной работы Кутومانов Алексей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук,  
профессор, профессор кафедры  
«Динамика и управление полетом  
ракет и космических аппаратов»

МГТУ

им. Н.Э. Баумана

105005, г. Москва, ул. 2-я

Бауманская, д.5

тел.: +7 (499) 261-45-90

e-mail: vpkazakovtsev@mail.ru



В.П. Казаковцев

05.09.2016

Подпись официального оппонента профессора Казаковцева Виктора Поликарповича заверяю:

Руководитель НУК СМ

МГТУ им.Н.Э.Баумана

д.т.н., профессор

В.Т.Калугин

