



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»



Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994/501801001

11.11.19 исх. № 9003-13709

исх. № _____ от _____

В Учёный совет Московского
авиационного института
(национального исследовательского
университета)

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4

Уважаемые коллеги!

Высылаю вам отзыв АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» на автореферат диссертации Трифонова Максима Викторовича «Синтез алгоритмов управления движением первой ступени ракеты-носителя для повышения эффективности пуска», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Приложение: Отзыв в 2-х экземплярах на 3-х листах каждый.

Главный учёный секретарь,
доктор технических наук,
профессор



Ю.Н. Смагин

Ю.Н. Смагин

Исполнитель: С.И. Кудрявцев
тел.: 8-495-513-51-69

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 13 / 11 20 19

ОТЗЫВ

Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» на автореферат диссертационной работы Трифонова Максима Викторовича «Синтез алгоритмов управления движением первой ступени ракеты-носителя для повышения эффективности пуска», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Диссертационная работа Трифонова М.В. посвящена решению ряда научно-технических задач, связанных с проблемой обеспечения высокой эффективности пуска ракет-носителей (РН) тяжёлого и сверхтяжёлого класса. Актуальность темы обусловлена необходимостью создания конкурентоспособных перспективных РН, а также улучшения характеристик существующих РН.

Целью диссертационного исследования является оценка возможности повышения эффективности пуска РН посредством применения новых алгоритмов управления РН на участке работы первой ступени для решения задач:

- увода струй двигателей от сооружений стартового комплекса;
- аварийного увода РН от стартового комплекса в случае отказов двигательной установки;
- снижения перегрузок, действующих на РН на участке максимальных скоростных напоров.

Автор использует подход к решению рассматриваемых задач, основанный на аналитическом конструировании регуляторов (АКОР), оптимальных по квадратичному критерию для линейных нестационарных систем. Задачи решаются в новой, обобщённой постановке АКОР, названной автором «задачей АКОР с управляемым выходом».

Как следует из автореферата, в диссертации получены следующие новые научные результаты:

1. Получено решение математической задачи АКОР с управляемым выходом в виде оптимального управления линейной нестационарной системой по квадратичному критерию.
2. Разработаны методика и алгоритм управления уводом струй двигателей РН от сооружений стартового комплекса по заданной программе увода с применением решения задачи АКОР с управляемым выходом.
3. Разработана методика формирования алгоритма управления аварийным уводом РН от сооружений стартового комплекса по заданной программе увода с применением решения задачи АКОР с управляемым выходом.
4. Разработана методика статистического анализа управляемого движения первой ступени РН для оценки нормальных перегрузок на участке максимальных скоростных напоров с учётом размеров головного обтекателя и случайных вариаций плотности атмосферы и скорости горизонтального струйного ветра.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. №

13 11 20 19

5. Разработана структура и определены параметры регуляторов замкнутой системы управления РН на участке работы первой ступени для решения задач управления уводом струй двигателей, управления аварийным уводом РН и оценки располагаемых нормальных перегрузок на участке максимальных скоростных напоров.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем управления перспективных и совершенствования систем управления существующих РН. Разработанная методика решения задачи АКОР с управляемым выходом может быть применена для синтеза алгоритмов оптимального управления динамическими системами различных типов. Результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры «Системный анализ и управление» МАИ.

Достоверность полученных результатов подтверждается имитационным моделированием возмущённого управляемого движения РН при использовании разработанных алгоритмов управления.

В качестве недостатков работы следует отметить следующее.

1. Целью диссертационной работы является исследование возможности повышения эффективности пуска РН. Автор не приводит численных результатов, показывающих повышение эффективности пуска с использованием разработанных методик управления по сравнению с известными методиками для выбранных критериев эффективности.
2. Не приведены конкретные примеры, когда известные методы и алгоритмы не обеспечивают, по мнению автора, «достаточной эффективности управления».
3. В четвёртой главе работы излагается методика решения задачи получения «более корректных» оценок величины потребной нормальной перегрузки. Автором не приведены недостатки известных методик и преимущества его разработки.
4. В автореферате векторные величины обозначены как скалярные.
5. В качестве возмущающих факторов при статистическом анализе возмущённого движения РН учитываются только вариации плотности атмосферы и скорости горизонтального ветра. Не учтены разбросы характеристик двигателей, аэродинамических и массово-инерционных характеристик РН. Не проведен анализ влияния управления движением РН вокруг центра масс на эффективность предложенных алгоритмов.
6. В уравнениях (9) и (14) расчёт аэродинамических ускорений производится без учёта скорости ветра.
7. Автор использует модель случайных вариаций плотности атмосферы и скорости ветра, построенную на основе формирующих фильтров. Выбор такой модели не обоснован, не приведены результаты сравнения использованной модели с известными (например, с моделью, разработанной в ЦНИИмаш для обеспечения программы «Буран»).

В целом, отмеченные недостатки, часть из которых связана, очевидно, с ограниченным объёмом автореферата, не снижают ценности полученных научных результатов.

Автореферат написан лаконичным языком, аккуратно оформлен и даёт достаточно полное представление о работе.

Судя по автореферату, диссертация Трифонова М.В. представляет собой научно-квалификационную работу, содержащую оригинальное решение актуальной научно-технической задачи. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автору, Трифонову Максиму Викторовичу, может быть присуждена учёная степень кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник лаборатории,
доктор технических наук

С.И. Кудрявцев

Подпись д.т.н. Кудрявцева Сергея Ивановича заверяю.

Главный учёный секретарь
АО ЦНИИмаш,
доктор технических наук,
профессор



Ю.Н. Смагин

« 11 » Ноябрь 2019 г.