



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
КАЗЕННОГО ВОЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ
РАКЕТНЫХ ВОЙСК
СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ИМЕНИ ПЕТРА ВЕЛИКОГО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
В Г. СЕРПУХОВЕ**

142210, Московская обл. г. Серпухов,
Бригадная, 17

varvsn-serp@mil.ru

« 9 » 11 20 21 г. № 400/000 ф

Председателю
Диссертационного совета 242.327.03
ФГБОУ "МАИ"

Высылаю в Ваш адрес отзыв официального оппонента Канушкина С.В.
на диссертационную работу Аминовой Ф.Э., выполненной на тему "Модели
и алгоритмы управления ракеты-носителя легкого класса с двигательной
установкой на твердом топливе".

Приложение: отзыв на 2 л., 2 экз.

Врио заместителя начальника филиала ВА РВСН
им. Петра Великого в г. Серпухове по учебной и научной работе
полковник

Д.Сивоплясов

" 9 " 11 2021 г.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 15 » 11 20 21 г.

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук доцента Канушкина Сергея Владимировича на диссертационную работу Аминовой Фатимы Эльдаровны, выполненную на тему: «Модели и алгоритмы управления ракеты-носителя легкого класса с двигательной установкой на твердом топливе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Тема диссертационной работы является, безусловно, актуальной, что подтверждается необходимостью решения научной задачи создания модели и алгоритмов системы управления ракет-носителей легкого класса, оснащенных двигателями на твердом топливе с глубоким регулированием тяги. Ракеты данного класса позволяют выводить на околоземную орбиту легкие спутники для решения научных и народно-хозяйственных задач. Применение твердотопливного двигателя с глубоким регулированием тяги (ДГР) потребовало усовершенствования систем управления (СУ), в частности, моделей и алгоритмов терминального наведения ракеты-носителя с учетом дополнительных возмущений, вызванных разбросом параметров двигательной установки. Следовательно, задача недопущения падения отработавших ступеней за границей отчуждения, за счет применения алгоритма идентификации параметров двигательной установки, при выведении космического аппарата (КА) на околоземную орбиту является актуальной.

Диссертация состоит из трех разделов.

В первом разделе автором проведен сравнительный анализ и классификация вариантов конструирования ракет-носителей ракетно-космических комплексов легкого класса. Представлено решение задачи терминального наведения при выведении космического аппарата на требуемую орбиту. Разработана модель аналитического решения задачи терминального наведения ракеты-носителя с учетом дополнительных возмущающих воздействий. Осуществлено решение уравнений управляемого движения ракеты-носителя в аналитическом виде.

Второй раздел посвящен задаче разработки алгоритмов расчета параметров движения конструкции ступеней при реализации терминального метода наведения с учетом дополнительных возмущающих воздействий. Проведено обоснование исходных данных и допущений при разработке алгоритмов расчета параметров движения конструкции ступеней. Решена задача прогнозирования дальности полета конструкции ступеней и расчета частных производных алгоритмов движения конструкции ступеней.

В третьей разделе решается задача анализа функционирования твердотопливного двигателя с глубоким регулированием тяги с математической постановкой задачи идентификации. Проведено исследование свойств двигателя с глубоким регулированием тяги. Рассмотрена задача управления процессом горения в условиях неопределённости. Осуществлена разработка модели идентификации параметров ракетного двигателя на твердом топливе на основе искусственной нейронной сети. Проведена идентификация нестационарной скорости горения с помощью нейросетевых технологий. Предложена алгоритмическая компенсация ошибки падения конструкции ступеней.

Таким образом, диссертационная работа, целью которой является новое решение научно-технической задачи недопущения падения отработавших ступеней за границей отчуждения, за счет применения алгоритма идентификации параметров двигательной установки, при выведении космического аппарата на околоземную орбиту, является актуальной. В результате решения задач диссертационного исследования, автором были получены новые научные результаты, методологической основой которых являются теория систем, системный и процессный анализ, динамика полета, теория нейронных сетей, управления и математического моделирования.

К научным результатам исследований следует отнести:

- модель аналитического решения задачи терминального наведения ракеты-носителя с учетом дополнительных возмущающих воздействий;
- алгоритмы расчета параметров движения конструкции ступеней при реализации терминального метода наведения с учетом дополнительных возмущающих воздействий;

- модель идентификации параметров ракетного двигателя на твердом топливе с глубоким регулированием тяги на основе искусственной нейронной сети.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в том, что программные продукты, создаваемый на базе разработанных моделей и алгоритмов, обеспечивают как решение задач терминального наведения, так и позволяют комплексно решать задачи отладки программного математического обеспечения и его данных на пуск ракеты. Применение моделей и алгоритма, которые по имеющимся значениям вектора фазовых координат, позволяют найти новые значения угла тангажа, связанные с разбросом параметров двигательной установки, позволяют обеспечить минимизацию ошибки падения отработавших ступеней.

Диссертация была выполнена автором лично и является законченной научной квалификационной работой. Разработанные автором научные положения, сделанные выводы и рекомендации имеют достаточное обоснование и объективно отражают результаты проведенных исследований. Результаты работы прошли достаточную апробацию, уровень публикаций соответствует требованиям. Результаты диссертационной работы автора были опубликованы в 8 научных работах, из которых 3 научные работы опубликованы в научных изданиях перечня ВАК РФ.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертационной работы и достаточно полно отражает решаемые автором задачи, методику исследований и полученные результаты.

По существу диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В диссертации было бы целесообразно учитывать динамику системы стабилизации ракеты.
2. В диссертации не указаны ограничения и допущения применения алгоритмов расчета параметров движения конструкции ступеней при реализации терминального метода наведения с учетом дополнительных возмущающих воздействий.

3. Решение задачи было бы более реальным при учете динамики ракеты в боковой плоскости.
4. В диссертации и реферате имеются отдельные стилистические погрешности.

Указанные замечания ни в коей мере не умаляют достоинств работы.

Диссертационная работа Аминовой Фатимы Эльдаровны выполнена на высоком научном уровне. Результатом работы стало решение актуальной научной задачи разработки моделей и алгоритмов терминального наведения ракеты-носителя с идентификацией параметров двигательной установки глубокого регулирования тяги с использованием нейронных сетей. Приведённые результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие практическое и научное значение.

Рассматриваемая диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Аминова Фатима Эльдаровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Доцент кафедры «Системы управления ракет» филиала федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны Российской Федерации в г. Серпухове

кандидат технических наук, доцент



Канушкин Сергей Владимирович

142207, Московская обл., г. Серпухов, ул. Центральная, дом 142, кв. 216,

Тел.: 8-4967-38-04-33, e-mail: kan.cer59@yandex.ru

“ 28 ” октября 2021года

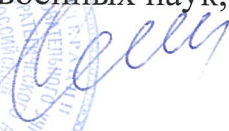
Подпись официального оппонента кандидата технических наук доцента

Канушкина Сергея Владимировича заверяю

Секретарь Учёного совета филиала федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» Министерства обороны Российской Федерации в г. Серпухове

доктор военных наук, профессор

“ 28 ” октября 2021



Столяревский Семен Павлович

