



Федеральное государственное
унитарное предприятие

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
имени академика Н.А. ПИЛЮГИНА
(ФГУП «НПЦАП»)**

ОГРН № 1027739552642, ИНН 7728171283
117342, Москва, ул. Введенского, 1.
Телефон: (495) 535-39-16, факс: (495) 334-83-80
Телетайп: Москва, 112635, 417814, ЗАПАД
E-mail: info@nrcap.ru

исх. 232/01 от 09 ноября 2021 г.

Председателю диссертационного
совета ДС 212.125.12
Заведующему кафедрой 604 МАИ
доктору технических наук,
профессору Мальшеву В.В.

125993, Москва,
Волоколамское шоссе, д. 4

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Высылаю отзыв ведущей организации ФГУП «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина» на диссертационную работу «Модели и алгоритмы управления ракеты-носителя легкого класса с двигательной установкой на твердом топливе», выполненную Аминовой Фатимой Эльдаровной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки).

Приложение: «Отзыв...», в 2-х экземплярах на 6 листах каждый

Заместитель генерального конструктора
заслуженный деятель науки РФ
доктор технических наук, профессор

Г.Н. Румянцев

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 15 » 11 20 21 г.



Федеральное государственное
унитарное предприятие

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
имени академика Н.А. ПИЛЮГИНА
(ФГУП «НПЦАП»)

ОГРН № 1027739552642, ИНН 772817128,
117342, Москва, ул. Введенского, 1.


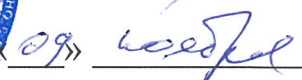
Телефон: (495) 535-39-16, факс: (495) 334-83-80

Телетайп: Москва, 112635, 417814, ЗАПАД

E-mail: info@nrcap.ru

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель генерального
конструктора
заслуженный деятель науки РФ
доктор технических наук,
профессор



 Ф.Н. Румянцев
 2021г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу

«Модели и алгоритмы управления ракеты-носителя легкого класса с двигательной установкой на твердом топливе», выполненную Аминовой Фатимой Эльдаровной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Практический опыт ФГУП «Научно-производственный центр автоматике и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина» показывает, что в настоящее время все больше внимания при эксплуатации ракет-носителей (РН) уделяется вопросам экологической безопасности, связанной с падением отработавших ступеней. Большинство существующих алгоритмов построения оптимальной траектории движения не учитывают возмущения, вызванные двигательной установкой (ДУ) летательного аппарата, что ограничивает их применимость для решения целого ряда актуальных задач. Следует заметить, что возникла насущная потребность

Уддел документационного
обеспечения МАИ

«15» 11 2021г.

существенного уменьшения заданных районов падения отработавших частей РН. Существующая статистика это подтверждает.

Траектория, полученная с использованием существующих алгоритмов, рассматривающих стационарные процессы горения топлива, при наличии разброса параметров двигательной установки, может оказаться далека от оптимальной. Возникает необходимость разработки алгоритмов и моделей, учитывающих дополнительные возмущающие воздействия, вызванные твердотопливным двигателем с глубоким регулированием тяги. Следует иметь в виду, что подобные двигатели в перспективе могут использоваться в качестве маршевых.

В диссертации сформулировано предложение использовать в качестве методического аппарата управления отработавшими ступенями комбинированные алгоритмы, в основе которых лежит терминальный регулятор.

При решении задачи поиска оптимальной траектории сброса ступеней с реализацией терминального метода наведения, возможно оптимальное расходование имеющихся ресурсов (времени, топлива) и тем самым, снижение стоимости полета.

Решение данной задачи возможно при получении дополнительной информации о параметрах твердотопливной двигательной установки с глубоким регулированием тяги. Эта информация может быть получена при решении задачи идентификации с использованием искусственной нейронной сети (НС).

Актуальность темы исследования определяется необходимостью решения научной задачи создания моделей и алгоритмов системы управления ракеты-носителя, оснащенной двигателями на твердом топливе с глубоким регулированием тяги, способной выводить на околоземную орбиту легкие спутники для решения научных и народно-хозяйственных задач.

В связи с этим в работе сформулирована математическая постановка задачи. Критерием качества процесса выведения, подлежащим минимизации, является ошибка радиуса-вектора, характеризующего точку предполагаемого падения отработавшей ступени.

В качестве компоненты вектора-функции управления в данной задаче берется программа угла тангажа, определяющая ориентацию вектора тяги носителя.

Научная задача, решаемая в диссертационной работе, заключается в разработке моделей и алгоритмов терминального наведения ракеты-носителя с идентификацией параметров двигательной установки глубокого регулирования тяги с использованием нейронных сетей.

Для решения научной задачи в работе последовательно определены следующие частные научно-технические этапы:

- проанализированы существующие и возможные ракетно-космические комплексы легкого класса;
- разработана модель аналитического решения задачи терминального наведения ракеты-носителя с учетом дополнительных возмущающих воздействий, вызванных разбросом параметров двигательной установки с глубоким регулированием тяги;
- разработаны алгоритмы расчета параметров движения конструкции ступеней при реализации терминального метода наведения с учетом дополнительных возмущающих воздействий, вызванных разбросом параметров двигательной установки с глубоким регулированием тяги;
- проанализирована и решена задача недопущения падения отработавших ступеней за границей отчуждения;
- разработана модель идентификации параметров ракетного двигателя на твердом топливе с глубоким регулированием тяги на основе искусственной нейронной сети;

– разработан пакет универсальных имитационных программ обработки результатов движения космического аппарата и идентификации параметров двигательной установки.

Объектом исследования в настоящей работе являются системы управления ракеты-носителя легкого класса на твердом топливе.

Предметом исследования являются модели и алгоритмы наведения ракеты-носителя легкого класса на твердом топливе.

Проведенные теоретические и прикладные исследования базируются на методах современного системного анализа, математической статистики, методах математического моделирования.

В работе прослеживается общетеоретический подход к решению задач управления на основании идентификационного подхода. Разработан комплекс алгоритмов и моделей для проектирования подобного класса управляющих информационных систем.

Научная новизна диссертационной работы заключается в комплексном решении научной задачи создания программно-математического обеспечения системы управления для ракетно-космических систем легкого класса, включающего алгоритмы идентификации параметров двигательной установки и алгоритмы наведения.

Теоретическая значимость исследования состоит в разработке моделей и алгоритмов, которые по имеющимся значениям вектора фазовых координат, позволяют найти новые значения угла тангажа, связанные с разбросом параметров двигательной установки, обеспечивающие минимизацию ошибки падения отработавших ступеней.

Практическая значимость исследования заключается в том, что программные продукты, создаваемые на базе разработанных моделей и алгоритмов, обеспечивают как решение задач терминального наведения, так и позволяют комплексно решать задачи отладки ПМО и его данных на пуск и автоматический контроль состояния аппаратуры СУ ракеты.

Диссертационная работа является научно-обоснованной базой для создания пакета прикладных исследовательских программ и методик, используемых в разработках систем управления РН, а также включает ряд универсальных технических решений и рекомендаций, что позволило реализовать комплекс алгоритмов наведения РН и отработки бортового программно-методического обеспечения СУ РН легкого класса.

Достоверность и *обоснованность* полученных результатов обеспечивается корректностью постановки задачи, учетом основных факторов, влияющих на качество управления ВС, подтверждается апробацией результатов диссертации и выступлениями на научно-технических семинарах и конференциях.

В качестве замечаний следует отметить:

1. В диссертации не рассмотрены особенности динамики движения отработавших ступеней, для которых разработаны модели и алгоритмы управления.

2. В работе присутствует описание обобщенного квадратичного показателя качества, однако его составляющие не раскрыты должным образом.

3. В диссертации отсутствует обоснование выбора модели идентификации параметров двигательной установки и основные преимущества ее использования.


Однако все указанные замечания не являются принципиальными и не изменяют общее положительное впечатление от рассматриваемой работы. Автореферат правильно и в полной мере отражает содержание работы.

На основе изложенного можно сделать заключение, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует критериям, изложенным в п. 9 абзац 2 “Положения о присуждении ученых степеней” (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), которым должна отвечать кандидатская

диссертация в части решения научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, Аминова Фатима Эльдаровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)

Отзыв рассмотрен на секции № 1 НТС ФГУП «НПЦАП», протокол № 12 от 09.11.2021 г.

Заместитель начальника отделения по инновационному развитию
– главный научный сотрудник
доктор технических наук, профессор


Ведущий научный сотрудник
кандидат технических наук

В.С. Гаврилов



Ю.Н. Кузин