

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.spacecorp.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774850001

07.12.2017 № И-013/172

На № 604-10-239 от 21.11.2017

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Титкова Михаила Алексеевича

**«Формирование облика стенда бросковых испытаний и полномассового
макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на
Луну в земных условиях»,**

представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.07.09
«Динамика, баллистика, управление движением летальных аппаратов»

В настоящее время космические исследования переживают очередной виток развития: переход от отдельных экспериментов к повседневному использованию космической техники. В таких условиях одним из важнейших и наиболее опасных этапов полета любого космического аппарата (КА) является спуск и мягкая посадка. Космический аппарат совершает посадку, как правило, в сложных условиях, при малоизученных свойствах грунта, неровностях рельефа и других неблагоприятных факторах внешней среды, которые формируют комплекс условий посадки.

Все это свидетельствует об **актуальности и своевременности** **выбранной** автором **теме диссертационной работы**, посвященной формированию облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях.

В настоящей диссертационной работе поставлена и решена основная научная и практическая задача: разработана методика формирования облика макета стенда бросковых испытаний для полунатурной имитации посадки КА.

В качестве наиболее существенных **научных результатов** следует отметить следующее.

- Обоснована целесообразность использования полномассового макета посадочного модуля и проведение испытаний с использованием броскового наклонного стенда.
- Определены основные параметры стенда бросковых испытаний с учетом необходимости обработки всего спектра линейных скоростей и углов подхода спускаемого аппарата (СА) к поверхности Луны.
- Сформированы адаптированные к требованиям исследования математические модели динамики макета СА на стенде бросковых испытаний и посадочного устройства (ПУ) в момент прилунения, в том числе с учетом особенностей возможных грунтов в месте предполагаемой посадки.
- Показано соответствие динамики макета СА на предложенном стенде бросковых испытаний и динамики поведения ПУ в момент прилунения.
- Определены критические для СА линейные скорости подхода и его пространственная ориентация.

Практическая значимость результатов исследования диссертационной работы заключается в возможности использовать разработанную методику для формирования облика макета и самого стенда, выбора оптимального места установки регистрирующей аппаратуры и размеров стенда при исследовании динамики движения спускаемого аппарата при посадке на поверхность планеты или спутника планеты для успешной реализации миссии по их изучению.

Программное обеспечение позволяет не только определить оптимальное количество необходимых полунатурных экспериментов, но и

позволяет определить критические скорости и углы подходов. Результаты, полученные в диссертационной работе, могут найти дальнейшее практическое применение в планируемой Лунной программе, а именно:

- Разработанные методики и программно-математическое обеспечение может быть использовано для отработки посадки для СА с различными массово-инерционными характеристикам.
- Все полученные в ходе работы данные наглядно представлены в виде графиков и демонстрируют порядок сил, действующих на аппарат в ходе самой посадки и эксперимента в земных условиях, что позволяет сформировать четкие требования к регистрирующей аппаратуре макета. А также определить возможные места ее установки.

Полученные в диссертации результаты исследований сравнивались с аналогичными работами, опубликованными другими авторами.

В качестве **замечаний** следует отметить следующее.

1. Не достаточно наглядно представлены области успешной посадки и нештатных ситуаций. Подобную информацию целесообразно было бы отразить в виде графиков.

2. Не полно описано взаимодействие тарелей опор аппарата с грунтом и подстилающей поверхностью, имитирующей грунт.

Перечисленные недостатки не снижают общего представления о диссертации на актуальную тему и не изменяют положительную оценку диссертационной работы.

Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени представлены в научных трудах Титкова М.А., опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

В целом ознакомление с авторефератом позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа «Формирование облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях» по своей актуальности, научной новизне, практической значимости полученных результатов

является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Титков Михаил Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летальных аппаратов».

Заместитель начальника центра
АО «Российские космические системы»
чл.-корр. РАН,
д.т.н., профессор

Владимир Вадимович Бетанов

Личную подпись члена-корреспондента РАН, доктора технических наук, профессора Бетанова В.В. заверяю.

Ученый секретарь
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник



Сергей Анатольевич Федотов

«7» 12 2017 г.