



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора -
генеральный конструктор, к.т.н.

А.Е. Ширшаков

06.12.17

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Титкова Михаила Алексеевича

«Формирование облика стенда бросковых испытаний и

полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной

имитации посадки на Луну в земных условиях»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук

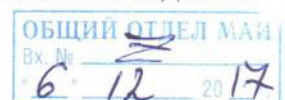
по специальности 05.07.09

«Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

В настоящее время, вновь широко обсуждается задача полета на Луну. Обширная Лунная программа России предполагает длительное пребывание спускаемого аппарата (СА) на поверхности Луны для выполнения целого ряда задач. Спуск космического аппарата (КА) – это наиболее важный этап космической миссии. Здесь имеет место высокая чувствительность влияния погрешностей вектора состояния аппарата на реализацию миссии в целом. Получение качественных оценок поведения спускаемого аппарата в момент посадки невозможно без проведения наземных испытаний посадочного устройства (ПУ) в условиях, максимально приближенных к реальным. Таким образом, решения задачи формирования облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях, представляется актуальной.

В диссертационной работе поставлены и решены следующие научные задачи:

- представлены основные направления отработки мягкой посадки в



- земных условиях;
- сформированы требования к средствам наземной отработки посадки на поверхность Луны;
 - разработана математическая модель движения спускаемого аппарата на наклонном стенде
 - разработана математическая модель движения спускаемого аппарата на поверхности Луны;
 - Сформирован облик наклонного стенда бросковых испытаний макета спускаемого аппарата для имитации посадки на Луну.

Рассматриваемая диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. Общий объём диссертации составляет 140 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, определена её научная новизна и практическая значимость, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен сравнительный анализ имеющихся и перспективных испытательных стендов для отработки динамики посадки. Представлены требования к стенду наклонных испытаний.

Во второй главе описываются используемые системы координат и математические модели при посадке на Луну, и ее имитации на стенде. Проводятся математический и сравнительный анализ динамики посадки на поверхность Луны и ее имитации на стенде. Определяются допустимо-возможные параметры вектора состояния возможные для имитации на стенде, на основании которых формируют предложения по доработке выбранной схемы стенда для моделирования динамики посадки на Луну.

Третья глава посвящена элементному анализу и описанию подтверждения достоверности результатов, полученных в ходе компьютерного моделирования посадки на Луну и ее имитации на стенде бросковых испытаний с учетом его доработки. В ходе моделирования установлен порядок сил, действующих на макет СА и определены места установки реагирующей аппаратуры с учетом отклика конструкции.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

Текст диссертации написан на высоком научном уровне, материал изложен логично и последовательно, должным образом оформлен и проиллюстрирован.

Автореферат диссертации достаточно полно и правильно отражает структуру, основное содержание и результаты выполненной автором диссертационной работы.

Научная новизна полученных автором диссертационной работы результатов заключается в следующем:

- Обоснована целесообразность проведения испытаний с использованием броскового наклонного стенда;
- Определены основные параметры скоростей и углов подхода макета КА с учетом необходимости отработки на наклонном стенде бросковых испытаний;
- Сформированы математические модели динамики посадки макета спускаемого аппарата на стенде бросковых испытаний и посадочного устройства в момент прилунения;
- Показано соответствие динамики посадки макета спускаемого аппарата на предложенном стенде бросковых испытаний и динамики посадки посадочного устройства в момент прилунения.

Практическая значимость полученных автором результатов и выводов заключается в том, что они могут быть использованы при проектировании стенда бросковых испытаний и проведение имитации посадки СА на поверхность Луны.

Достоверность полученных результатов подтверждается следующими факторами:

- соответствием получаемых при моделировании результатов ожидаемым при изменении исходных данных;
- использованием современных методов моделирования и обработки данных.

Апробация работы обеспечена представлением и обсуждением ее результатов на отечественных и международных научно - технических конференциях.

К диссертационной работе М.А. Титкова могут быть высказаны следующие **замечания**:

1. Не проведена верификация математических моделей с аналогичными моделями других авторов или с натурными испытаниями.
2. В работе не рассматривается рельеф местности посадки на Луну, а также не моделируются физико-химические свойства лунного грунта.
3. Создание наклонного стенда не позволит выполнить полный объем отработки динамики посадки КА на поверхность Луны.

Однако указанные замечания не снижают общего научного уровня и значимости рассматриваемой диссертационной работы, и могут быть рассмотрены в качестве рекомендаций для проведения дальнейших

исследований.

Таким образом, по данной работе может быть сделано следующее **заключение:**

Диссертационная работа Титкова Михаила Алексеевича «Формирование облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющей важное научное и практическое значение при реализации программы полетов к Луне. Данная работа соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов, содержанию и оформлению рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Титков Михаил Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании комплекса «наземной экспериментальной отработки АО "НПО Лавочкина" в форме научного семинара (протокол №1 от 01 декабря 2017 года).

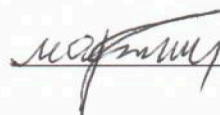
Отзыв составлен Защиринским Сергеем Александровичем, 141402 г. Химки, ул. Ленинградская д. 24, АО «НПО Лавочкина», 8(495)575-58-71, zsa@laspace.ru, начальником отдела динамики КА и расчета возмущений.

Заместитель генерального конструктора
по испытаниям



Михайлов Д.Н.

Ведущий конструктор комплекса
наземной экспериментальной отработки
конструкций, к.т.н.



Маркачев Н.А.

Начальник отдела динамики КА и
расчета возмущений



Защиринский С.А.

Начальник отдела бортовых целевых
комплексов, к.т.н.



Шаханов А.Е.

08.12.2017 Титков -