



Экз №

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель секции №1 НТС предприятия,
Заместитель генерального конструктора по
разработке космических систем, общему
проектированию и управлению космическими
аппаратами



Ю.Г.Выгонский

2017г.

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы
Титкова Михаила Алексеевича**

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

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением
летательных аппаратов

1. Актуальность темы диссертационной работы

Мягкая посадка на Луну была одной из труднейших технических проблем космонавтики и возобновление Лунной программы России выдвигает на передний план решение задач по данной проблематике. Трудностями при мягкой посадке является неоднородность грунта, неровность рельефа и угол наклона места посадки – факторы, которые увеличивают вероятность неудачного завершения посадки и, как следствие – опрокидывание или, что еще хуже разрушение спускаемого аппарата.

Сложность процессов, происходящих при отработке безопасной посадки КА, требует проведения полунатурных испытаний, вследствие недостаточной адекватности моделей аналитических исследований.

Оценить конструктивные особенности посадочного модуля космического аппарата позволяет совместное использование натурального и математического моделирования в рамках единого стенда полунатурного моделирования мягкой посадки на поверхность Луны. Таким образом, предлагаемая методика разработки формирования облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях является актуальной и своевременной.

2. Наиболее существенные научные результаты и их научная значимость

В работе получены следующие результаты, обладающие новизной и научной значимостью.

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

Методами исследования, применяемыми в работе, являются методы математического моделирования, программирования, теоретической механики, математического анализа, в качестве методологической основы используется системный подход. На нем основывается принцип создания системы для проведения полунатурных испытаний.

Основные положения, выносимые на защиту.

- Методика разработки стенда полунатурного моделирования мягкой посадки на поверхность Луны. Математическая модель движения СА, математическая модель динамики грунта, цифровая модель местности.

- Методика определения технических характеристик регистрирующей аппаратуры и возможные схемы ее размещения на макете СА. Выполнен конечно–элементный анализ макета СА, определивший места установки регистрирующей аппаратуры и ее технические характеристики.
- Результаты использования программно–математического обеспечения для отработки динамики посадки на Луну, ее имитации в земных условиях и сравнительный анализ полученных результатов.

3. Достоверность и практическая значимость результатов

Достоверность результатов подтверждается использованием математических методов и сравнением с результатами, опубликованными другими авторами.

Практическая значимость работы заключается в том, что все полученные в диссертационной работе результаты, могут найти дальнейшее применение в планируемой Лунной программе, а именно:

- Разработанная методика может быть использована для отработки посадки с различными массово–инерционными характеристикам.
- Все предложенные в работе модели реализованы в виде программно – математического обеспечения позволяющего более эффективно по сравнению с существующими аналогами решать задачи отработки поведения макета спускаемого аппарата на стенде бросковых испытаний и посадки спускаемого аппарата на поверхность Луны.

Основные результаты диссертационной работы Титкова М.А. в достаточно полном объеме представлены в научных трудах, опубликованных в изданиях, рекомендуемых ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Результаты работы докладывались и получили одобрение на научно–технических конференциях: 19–ой Международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация» (Анапа, 2014 г.), 20–ой Международной научной конференции «Системный анализ, управление и навигация» (Евпатория, 2015 г.)

4. Недостатки и замечания

В качестве замечаний следует отметить следующее:

1. Не определен диапазон значений, характеризующих условия проведения испытаний по отработке динамики посадки.
2. Заданный диапазон масс макета не обоснован, нет анализа влияния массы макета на качество проведения испытаний по отработке динамики посадки.

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

5. Заключение

Автореферат дает достаточное представление о существе работы и основных полученных автором результатах, свидетельствует о цельном и глубоком подходе к решению поставленной научной задачи.

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, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения. Диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Титков Михаил Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Ведущий инженер – конструктор
доктор технических наук, профессор



В.Е.Чеботарев

Начальник сектора разработки
баллистического и навигационного
обеспечения КА



Ю.Л.Булынин

Ученый секретарь НТС секции №1



А.Н.Кульков