

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Титков Михаил Алексеевич

Тема диссертации: Формирование облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях

Специальность: 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 21 декабря 2017 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Титков Михаил Алексеевич ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, Л.В. Вишнякова, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, К.А. Занин, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.И. Падалко, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, В.В. Родченко, Ю.В. Тюменцев, Г.Ф. Хахулин, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.

 А.В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12

на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Министерства образования и науки Российской Федерации (ФГБОУ ВО МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.12.2017 г., протокол № 27

О присуждении **Титкову Михаилу Алексеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Формирование облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета СА для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением» принята к защите «19» октября 2017г., протокол № 19, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

Соискатель Титков Михаил Алексеевич 1990 года рождения, в 2013 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО МАИ) по специальности «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах» с присуждением квалификации «инженер».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры № 604 «Системный анализ и управление» факультета «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ, которую закончил в 2017 году.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО МАИ на кафедре № 604 «Системный анализ и управление».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой № 604 «Системный анализ и управление» факультета «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ **Малышев Вениамин Васильевич**.

Официальные оппоненты:

1. **Михайлов Михаил Васильевич** – д.т.н., профессор, начальник сектора ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева».
2. **Корянов Всеволод Владимирович** – к.т.н., доцент кафедры «Динамика и управление полетов ракет и космических аппаратов» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Дали положительные отзывы о диссертации.

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») г. Химки, Московская область, дало **положительное заключение** (заключение было заслушано и одобрено 01 декабря 2017 года на заседании научного семинара комплекса наземной экспериментальной отработки Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина» (протокол №1 от 01 декабря 2017 года), подписано заместителем генерального конструктора по испытаниям Д.Н. Михайловым, ведущим конструктором комплекса наземной экспериментальной отработки конструкций, кандидатом технических наук Н.А. Маркачёвым, начальником отдела динамики КА и расчета возмущений С.А. Заширинским, начальником отдела бортовых целевых комплексов, кандидатом технических наук А.Е. Шахановым.

Отзыв утвержден заместителем генерального директора – генерального конструктора Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А.Лавочкина» А.Е. Ширшаковым.

Диссертационная работа Титкова Михаила Алексеевича «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

В заключении указано, что диссертация Титкова М.А. соответствует специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», является научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача по разработке методики формирования облика стенда бросковых испытаний и полномассового макета спускаемого аппарата для полунатурной имитации посадки на Луну в земных условиях. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») ведущей организацией ракетно-космической промышленности по разработке, изготовлению и практическому использованию автоматических космических комплексов и систем для проведения фундаментальных научных, астрофизических, планетных исследований, а также дистанционного зондирования Земли, и разгонных блоков для выведения космических аппаратов на расчетные околоземные орбиты и отлётные от Земли траектории.

Михайлов Михаил Васильевич – автор более 50 работ и более 60 изобретений. Область научных интересов – оптимальные методы обработки измерений инерциальных и неинерциальных навигационных систем, формирование высокоточной спутниковой навигации. Является научным руководителем эксперимента «Призма-ПНС».

Корянов Всеволод Владимирович – автор более 60 научных трудов. Область научных интересов - моделирования баллистики и динамики движения космических и спускаемых аппаратов.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 3-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК. Всего по теме диссертации соискатель имеет 6 опубликованных работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Малышев В.В., Старков А.В., Титков М.А. Имитация мягкой посадки в земных условиях. Электронный журнал «Труды МАИ», 2015, № 79. (№1844 в перечне ВАК от 27.07.2017 г.)
2. Малышев В.В., Старков А.В., Титков М.А. Анализ динамики имитационной посадки полноразмерного макета посадочного модуля на поверхность Луны // Космонавтика и ракетостроение, 2015, №1(80), Королев: Издательский дом «Роспечать», с. 5-14. (№763 в перечне ВАК от 27.07.2017 г.)
3. Абросимов П.А, Малышев В.В., Старков А.В., Титков М.А., Шмигирилов С.Ю. Методика математического моделирования динамического отклика конструкции спускаемого космического аппарата в условиях наземной стендовой отработки // Научно – технический вестник Поволжья. Казань, 2015, №2, с. 48-55. (№1355 в перечне ВАК от 01.12.2013 г.)

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе имеются замечания.

1. Не проведена верификация математических моделей с аналогичными моделями других авторов или полунатурными 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.

2. Михайлов Михаил Васильевич – д.т.н., профессор, начальник сектора ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева»

Отзыв положительный, заверен учёным секретарем ПАО «РКК «Энергия» кандидатом физико-математических наук О.Н. Хатунцевой.

К работе имеется замечание.

Моделирование динамики посадки КА на поверхность Луны приводится для нескольких расчетных случаев, однако не дано обоснование этих расчетных случаев, исходя из возможной динамики спуска. Не исключено, что потребуется увеличить возможный разброс начальных углов и скоростей подхода КА к поверхности Луны.

3. Корянов Всеволод Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «Динамика и управление полетов ракет и космических аппаратов» МГТУ им. Н.Э. Баумана. **Отзыв положительный**, заверен заместителем начальника управления кадров МГТУ им. Н.Э. Баумана А.Г. Матвеевым.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В работе следовало бы расширить анализ видов посадочных устройств, а также обосновать выбор именно четырех обор аппарата для проведения исследований.

2. При анализе нештатных ситуаций рассматривается разрушение амортизаторов аппарата, можно было расширить анализ возможных нештатных ситуаций, например, отказ взведения штока опоры посадочного устройства в заданное положение или подлом посадочной опоры в процессе посадки.

3. В работе не приведены параметры вектора состояния, относящиеся к неблагоприятным условиям мягкой посадки.

4. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук». **Отзыв положительный**, подписан ведущим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук А.А. Барановым.

К работе имеется замечание.

В тексте автореферата отмечается возможность влияния грунта на параметры модели, однако учет особенностей грунта в месте предполагаемой посадки не раскрывается, следовало бы дополнить параметрами модели амортизационных характеристик грунтов.

5. Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный Научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш). **Отзыв положительный**, подписан заместителем генерального директора по управлению полетами – начальником ЦУП, доктор технических наук М.М. Матюшиным, главным специалистом, кандидатом технических наук О.К. Жигастовым.

В качестве замечаний отмечено:

1. В постановке задачи недостаточно отражена баллистическая составляющая работы.
2. Не рассмотрены случаи неоднородности грунта и возможные особенности рельефа в месте посадки.

6. АО «Российские космические системы». **Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника центра АО «Российские космические системы», чл.-корр. РАН, доктором технических наук, профессором В.В. Бетановым.

В качестве замечаний отмечено.

1. Недостаточно наглядно представлены области успешной посадки внештатных ситуаций. Подобную информацию целесообразно было отразить в виде графиков.
2. Неполно описано взаимодействие тарелей опор аппарата с грунтом и подстилающей поверхностью, имитирующей грунт.

7. АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева». **Отзыв положительный**, подписан ведущим инженером – конструктором, доктором технических наук В.Е. Чеботаревым, начальником сектора разработки баллистического и навигационного обеспечения КА Ю.Л. Булыниным.

В качестве замечаний можно 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.

8. ФГКВОУВО «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого». Отзыв положительный, подписан начальником кафедры «Эксплуатации РВО», кандидатом технических наук, доцентом М. Фроловым, доктором технических наук, профессором кафедры «Эксплуатации РВО» В. Пьянковым.

Замечания к работе.

1. Из автореферата не понятно почему автор при моделировании используется именно такой рельеф грунта (не описан алгоритм выбора места посадки).

2. В автореферате не полностью раскрыты преимущества выбранной схемы стенда бросковых испытаний.

9. ОАО «Научно-производственное объединение Молния». Отзыв положительный, подписан начальником Центра наземных испытаний и экспериментальных исследований, доктором технических наук В.П. Тимошенко.

В качестве замечания можно отметить следующее: следовало указать оптимальный диапазон линейных скоростей и углов подхода спускаемого аппарата к поверхности Луны с учетом запаса прочности конструкции и особенностей возможных грунтов в месте предполагаемой посадки

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
М.Н. Красильщиков	д.т.н., 05.13.01
В.Т. Бобронников	д.т.н., 05.13.01
В.А. Воронцов	д.т.н., 05.07.09
К.А. Занин	д.т.н., 05.13.01
М.С. Константинов	д.т.н., 05.07.09
В.П. Махров	д.т.н., 05.13.18

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Разработана методика формирования комплексного стенда полунатурного моделирования мягкой посадки на поверхность планеты.
2. Методика определения технических характеристик регистрирующей аппаратуры и возможные схемы ее размещения на макете СА.
3. Результаты использования программно–математического обеспечения для отработки динамики посадки на Луну, ее имитации в земных условиях и сравнительный анализ полученных результатов.
4. Предполагаемый облик макета для проведения испытаний.

Новизна полученных результатов заключается в том, что обоснована целесообразность использования полномассового макета посадочного модуля и проведены испытания с использованием броскового наклонного стенда, определены основные параметры стенда бросковых испытаний с учетом необходимости отработки всего спектра линейных скоростей и углов подхода СА к поверхности Луны; сформированы адаптированные к требованиям исследования математические модели динамики макета СА 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 СА на предложенном стенде бросковых испытаний и динамики поведения ПУ в момент прилунения и определены критические для СА линейные скорости подхода и пространственная.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность и обоснованность результатов, представленных в диссертационной работе, подтверждается аргументированными и логическими рассуждениями, корректным использованием методов математического моделирования.

Кроме этого достоверность работы подтверждается соответствием результатов, полученных в ходе математического моделирования и с помощью средств конечно-элементного анализа.

Диссертация целостно охватывает основные вопросы рассматриваемой научно-технической задачи. Изложение полученных результатов логически связано. В работе использованы фундаментальные научно-технические подходы и современные методы моделирования и обработки информации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Проведен сравнительный анализ возможных схем испытаний по отработке динамики посадки СА на поверхность Луны, в том числе использование летных демонстраторов. Показано, что для отработки динамики посадки целесообразно использовать полномасштабный макет посадочного модуля и проведение испытаний с использованием броскового наклонного стенда.
2. Используемые математические модели, описывающие динамику процесса посадки спускаемого на Луну аппарата и динамику поведения макета посадочного модуля на бросковом наклонном стенде, являются актуальными и объективно отражают процесс посадки.
3. Предложен алгоритм построения программно-математического комплекса для отработки динамики посадки СА на поверхность Луны. Разработано программное обеспечение для анализа динамики посадки в среде программирования Delphi. Разработана методика использования пакетов 3D моделирования для решения динамической задачи ударно-контактного взаимодействия посадочного модуля или его макета с поверхностью. Проведено математическое моделирование и дан сравнительный анализ результатов моделирования динамики посадки на поверхность Луны с результатами, получаемыми на стенде.
4. Разработаны требования к макету посадочного модуля, включающие как требования к массово-геометрическим характеристикам, так и требования к измерительным средствам. Сформирована структура макета посадочного модуля.
5. Предложены проектные параметры стенда для отработки динамики посадки и варианты выбора регистрирующей аппаратуры для выполнения требований измеряемых параметров. Дана схема расстановки датчиков на

135 самом макете посадочного модуля и на экспериментальном стенде для внешнего визуального фиксирования хода эксперимента.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в планируемой Лунной программе: разработанная методика может быть использована для отработки посадки ПУ с различными массово–инерционными характеристиками, предложенные в работе модели реализованы в виде программно–математического обеспечения, позволяющего более эффективно по сравнению с существующими аналогами решать задачи отработки поведения макета СА на стенде бросковых испытаний и посадки ПУ на поверхность Луны. Кроме того, результаты работы внедрены в учебный процесс кафедры № 604 «Системный анализ и управление» МАИ для постановки лабораторных работ, курсового и дипломного проектирования, в частности программно–математическое обеспечение моделирования динамики посадки СА на поверхность Луны и ее имитации в земных условиях.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при анализе отработки посадки спускаемого аппарата с различными массово–инерционными характеристиками на поверхность небесных тел.

Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу создания методики разработки стенда полунатурного моделирования мягкой посадки на поверхность планеты в земных условиях.

Изложенные в диссертационной работе **результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития ракетно-космической техники страны при отработке внештатных ситуаций по посадке СА на поверхность небесных тел.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На заседании 21 декабря 2017 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Титкову Михаилу Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

Д 212.125.12, д.т.н., профессор

Красильщиков М.Н.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.

Старков А.В.

22.12.2017
Титков

И.о.начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

