

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10  
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования «Московский  
авиационный институт» (национальный исследовательский университет)  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «15» апреля 2015 № 1  
о присуждении Заговорчеву Владимиру Александровичу, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Метод обоснования технических характеристик многомодульных лунных реактивных пенетраторов» по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 28 октября 2014 г, протокол № 4 диссертационным советом Д 212.125.10 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), Министерство образования и науки РФ, 125993, Волоколамское шоссе, д.4, г. Москва, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.10 - № 714/НК от 02.11.12г.

Соискатель Заговорчев Владимир Александрович, 1987 года рождения, гражданин России. В 2011 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) (МАИ) по специальности «Испытание летательных аппаратов». В 2011 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический университет) (МАИ) по специальности «Перевод и переводоведение», получив второе высшее

образование.

Обучался в целевой аспирантуре с 01.11.2011 г. по 31.10.2014 г. Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), кафедра 610 «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем».

Работает с 2011 г. в должности ассистента, а с 2014 г. в должности старшего преподавателя в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), кафедра «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем».

Диссертация выполнена на кафедре 610 «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет), Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры № 610 «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем» **Родченко Владимир Викторович**, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет).

**Официальные оппоненты:**

**Филин Вячеслав Михайлович** – доктор технических наук, профессор, советник президента Открытого акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва», г. Королёв;

**Ермаков Владимир Юрьевич** – кандидат технических наук, заместитель начальника отдела Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», г. Химки, дали положительные отзывы.

**Ведущая организация** Открытое акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Искра» имени И.И. Картукова», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным генеральным директором, доктором технических наук Сорокиным В.А., указала, что диссертационная работа представляет практический интерес для развития существующих методов и средств проектирования пенетраторов. По своей актуальности, методическому уровню и новизне соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель имеет 6 научных работ. Среди них 3 публикации в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, а также 1 в научно-техническом отчете. Данные работы в полной мере отражают идею диссертационной работы Заговорчев В.А.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Заговорчев В.А. Влияние особенностей функционирования двигателя на технические характеристики лунного пенетратора. / В.В. Родченко, Э.Р. Садретдинова, В.А. Заговорчев и др. // М.: Труды МАИ, 2012. - № 59 – <https://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=35254>.

2. Заговорчев В.А. Выбор параметров лунных пенетраторов со сквозным каналом. / В.В. Родченко, Э.Р. Садретдинова, В.А. Заговорчев // М.: Вестник МАИ, 2014. – Том 21, №2 - с. 32-40.

3. Заговорчев В.А. Экспериментальная проверка метода выбора проектных параметров реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте. / Галеев А.Г., Захаров Ю.В., Родченко В.В., Садретдинова, Э.Р.,



Заговорчев В.А. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология», 2014. - № 16 (156) - с. 44-60.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

– от ведущей организации Открытое акционерное общество «Машиностроительное конструкторское бюро «Искра» имени И.И. Картукова», г. Москва, отзыв положительный;

– от официального оппонента, Филина Вячеслава Михайловича, доктора технических наук, профессора, советника президента Открытого акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва», г. Королёв, отзыв положительный;

– от официального оппонента, Ермакова Владимира Юрьевича, кандидата технических наук, заместителя начальника отдела Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», г. Химки, отзыв положительный;

– от начальника отделения Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева», г. Москва, д.т.н., профессора Бизяева Р.В., отзыв положительный;

– от заведующего кафедрой «Ракетные двигатели» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана», г. Москва, д.т.н, профессора Ягодникова Д.А., отзыв положительный.

– от заместителя начальника ЦСП Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королёв, д.т.н. Гончара А.Г., отзыв положительный;

– от заместителя заведующего кафедрой «Технология проектирования и производства двигателей летательных аппаратов» Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ-Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского», г. Москва, к.т.н, доцента Курицыной В.В., отзыв положительный;

– от заместителя председателя научно-технического совета, начальника проектного отделения Открытого акционерного общества «Научно-производственное объединение «Молния», г. Москва, к.т.н. Дудар Э.Н., отзыв положительный;

– от начальника лаборатории космической робототехники Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт космических исследований РАН», г. Москва, Козлова О.Е., отзыв положительный;

– от заместителя начальника отдела Федерального казенного предприятия «Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности», г. Пересвет, к.т.н. Парфенникова В.А., отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость. Отмечено, что автором:

– разработан метод обоснования технических характеристик многомодульного реактивного пенетратора, позволяющий на начальном этапе проектирования определить необходимые требования и условия для доставки приборного отсека на заданную глубину оптимальным способом;

– предложены показатели эффективности использования лунных реактивных пенетраторов, позволяют проводить количественную оценку и сравнение предлагаемого пенетратора с рядом альтернативных устройств для образования скважин в грунте;

– проведены исследования по влиянию процесса истечения газовой струи из сопла двигателя в скважину переменной длины, позволяющие внести

качественные изменения в методику проектирования пенетраторов, снабженных двигательной установкой;

– предложена математическая модель пространственного движения реактивного пенетратора в лунном грунте, позволяющая учитывать влияние условия входа и движения в реголите на характер траектории движения пенетратора;

– на основе приведенных критериев подобия проведено моделирование параметров и характеристик лунных реактивных пенетраторов, а также лунного грунта и двигательной установки.

**В поступивших отзывах имеются следующие замечания:**

1. В работе не представлена классификация пенетраторов по принципу работы, глубине проникания, выполняемым научным задачам. Её наличие позволило бы более ясно выявить место предлагаемого пенетратора в общей иерархии.
2. Из работы не до конца понятно, как происходит управление движением пенетратора в реголите, а также возвращение на траекторию в случае возможного ухода аппарата в сторону.
3. Возможно, в определении цели диссертационной работы более корректно было бы употребить слово «определения», вместо «обоснования».
4. Не представлена общая классификация методов и средств образования скважин, позволившая оценить роль и место предложенного пенетратора в общей системе.
5. Из работы не до конца понятна схема запуска реактивного пенетратора, т.к. данные аппараты возможно запускать с орбитального или наземного модуля.
6. Реактивный пенетратор приводится в движение за счет ракетного двигателя твердого топлива, но при этом не показаны классификация



- существующих видов твердого топлива и их преимущества по отношению к другим видам.
7. В работе не явно описаны возможные режимы работы и последовательность включения отдельных секций многомодульной конструкции.
  8. В работе не достаточно проработана конструктивно-компоновочная схема пенетратора.
  9. В работе не дана экономическая обоснованность выбора автором способа образования скважин в грунте среди альтернативных методов.
  10. Объем автореферата превышает рекомендованную Положением норму.
  11. Не ясна обоснованность выбора ракетного двигателя твердого топлива в качестве основной двигательной установки.
  12. Не представлено общее сравнение с рядом других устройств по образованию скважин в грунте.
  13. Отсутствие расшифровки некоторых принятых сокращений и параметров.
  14. Возможно избыточный объем автореферата.
  15. Полученные расчётные параметры на основе критериев подобия моделируются и сравниваются с экспериментальными данными лишь одного пенетратора, что подтверждает правильность расчёта, но не дает общей картины по разным глубинам проникания в лунный реголит.
  16. В автореферате диссертации при внедрении реактивного пенетратора не учитывается наличие камней в грунте.
  17. В автореферате диссертации не учитывается изменение плотности реголита по глубине и изменении вида деформации от местного сдвига верхних слоев реголита до общего сдвига нижних слоев.

18. Недостаточная методическая обоснованность выбранной конструкции. В автореферате не ясно указаны её основные преимущества и недостатки по сравнению с обычными пенетраторами.

В ряде отзывов содержатся редакционные замечания, касающиеся оформления текста диссертации и автореферата.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в данной области, а ведущая организация – одной из передовых организаций, занимающейся ракетно-космической техникой.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **разработан** метод обоснования возможности использования многомодульных реактивных пенетраторов для образования скважин в лунном грунте и выбора технических характеристик таких пенетраторов;

– **предложена** математическая модель пространственного движения реактивного пенетратора с работающей двигательной установкой с учетом наличия угла между вектором скорости и осью симметрии;

– **доказана** достоверность и применимость разработанного метода на основании сравнения результатов расчета с экспериментальными данными, полученными на модели и пересчитанными при помощи критериев подобия и масштабных коэффициентов;

– **новые понятия** не вводились.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– на основании проведенного анализа **доказано**, что одномодульные пенетраторы имеют ограниченную глубину проникания, поскольку при длине участка движения в грунте больше 230 калибров (при постоянном массовом расходе продуктов сгорания) в скважине будет наблюдаться дозвуковое течение



газа, а дальнейшее увеличение глубины проникания приводит к перемещению скачка уплотнения в сопло и прекращению работы двигателя;

– в расчетах, касающихся определения траектории движения в лунном грунте и выборе оптимальных проектных параметров пенетратора, **использованы** численные методы Рунге-Кутты и метод случайного поиска;

– **изложены** критерии эффективности, позволяющие решить задачу сравнительной оценки экономичности расходования имеющегося запаса энергии при использовании различных методов образования скважин в грунте;

– **раскрыты** особенности функционирования твердотопливного ракетного двигателя с постоянным секундным расходом в лунном грунте и описаны режимы течения продуктов сгорания в скважине;

– **изучены** основные физико-механические свойства реголита как среды для движения реактивных пенетраторов и предложены земные грунты аналоги, а так же модельные грунты;

– **проведена модернизация** математических моделей проникания пенетратора в лунный грунт и движения в подповерхностном слое с целью оптимизации существующих методов проектирования.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждены тем, что:**

– **разработан и внедрен** метод обоснования технических характеристик многомодульных лунных реактивных пенетраторов;

– **определены** критерии эффективности применения различных способов образования скважин в грунте;

– **создана** методика, позволяющая проводить отработку на моделях и переносить экспериментальные данные на натурный аппарат на основе критериев подобия и при помощи масштабных коэффициентов;

– **представлены** рекомендации для конструкторов, которые позволяют на ранних этапах проектирования определить и оценить эффективность различных

вариантов конструкции пенетратора, что уменьшит число вариаций и снизит конечную стоимость реализации.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

– для экспериментальных работ была получена хорошая сходимость результатов расчётов, полученных на основе разработанного метода с опытными данными, полученными при запусках модельных аппаратов в земные грунты-аналоги;

– теория подтверждается сравнением результатов численного моделирования с известными экспериментальными данными и верификацией на упрощенных моделях, для которых существуют аналитические решения;

– идея базируется на существующих данных по взаимодействию ударников с грунтом, а также на основных принципах проектирования твердотопливных ракетных двигателей;

– использовано обоснованное сравнение авторских данных и данных, полученных ранее в рассматриваемой научной области;

– установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами других авторов;

– использованы современные методы сбора и обработки информации по существующим видам твердого топлива и основным физико-механическим характеристикам лунного реголита.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке метода обоснования технических характеристик многомодульных лунных реактивных пенетраторов, обеспечивающих доставку полезной нагрузки на максимальную глубину. Проведенные расчеты и сравнение расчетных данных с экспериментальными данными в диссертационной работе выполнены лично соискателем. Лично автором выполнена подготовка публикаций по представленной работе.

**Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что**

подтверждается последовательным и логичным планом исследований.

На заседании «15» апреля 2015 года диссертационный совет принял решение присудить Заговорчеву В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 15, против - 0, недействительных бюллетеней - 3.

Председатель  
диссертационного совета Д 212.125.10  
д.т.н., профессор



Ю.И. Денискин

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.10  
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

15.04.2015