

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10 НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (МАИ) ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «30» декабря 2014 № 5

О присуждении Садретдиновой Эльнаре Рамилевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод выбора проектных параметров реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте» по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 28 октября 2014 г, протокол № 3 диссертационным советом Д 212.125.10 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 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 Садретдинова Эльнара Рамилевна, 1983 года рождения, гражданка России. В 2008 году окончила Московский авиационный институт (государственный технический университет) (МАИ) по специальности «Космические летательные аппараты и разгонные блоки».

Обучалась в заочной аспирантуре с 01.11.2008 г. по 31.10.2012 г. ФГБОУ

ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), кафедра «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем».

Работает с 2008 г. в должности ассистента, а с 2011 г. в должности старшего преподавателя в ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), кафедра «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем».

Диссертация выполнена на кафедре «Управление эксплуатацией ракетно-космических систем» ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель диссертации – 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)» (МАИ).

Официальные оппоненты:

Бизяев Ростислав Владимирович – доктор технических наук, профессор, начальник отделения ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»;

Францкевич Владимир Платонович – кандидат технических наук, первый заместитель главного конструктора по науке ОАО «МКБ «Искра» имени И. И. Картукова» дали положительные отзывы.

Ведущая организации: ФГУП «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», г. Химки, в своем положительном заключении, подписанном Мартыновым М.Б, кандидатом технических наук, первым заместителем генерального конструктора, указала, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, содержащее решение сложной задачи в области практической космонавтики, которое может быть

охарактеризовано как научная квалификационная работа.

Соискатель имеет 38 научных работ, в том числе по теме диссертации 10 опубликованных работ, из которых 5 опубликованы в изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ.

В данных работах изложены вопросы выбора параметров пенетраторов для движения в лунном грунте, использующих в качестве силовой установки ракетный двигатель твердого топлива. Рассмотрены вопросы улучшения тактико-технических характеристик путем использования аппаратов различных конструктивных решений, также рассмотрены вопросы влияния особенностей функционирования двигателя на технические характеристики пенетратора для исследования лунного грунта. Автором описана экспериментальная проверка метода выбора проектных параметров пенетраторов для движения в лунном грунте. Данные работы в полной мере отражают идею диссертационной работы Садретдиновой Э.Р.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Садретдинова Э.Р., Родченко В.В., Гусев Е.В. Выбор параметров пенетратора для исследования лунного грунта. // Вестник МАИ 2010, №17, т. 3, с. 83-90 (1 п.л./0,8 п.л.).
2. Садретдинова Э.Р., Родченко В.В., Заговорчев В.А., Луговцов И.А. Влияние особенностей функционирования двигателя на технические характеристики лунного пенетратора. // Электронный журнал «Труды МАИ», 2012. №59 (1 п.л./0,7 п.л.).
3. Садретдинова Э.Р., Родченко В.В., Гусев Е.В., Галеев А.Г. Выбор параметров пенетратора, входящего в лунный грунт с нулевой скоростью. // Электронный журнал «Труды МАИ». 2013. №64 (1 п.л./0,8 п.л.).
4. Садретдинова Э.Р. Выбор параметров лунных пенетраторов со сквозным каналом. / В.В. Родченко, Э.Р. Садретдинова, В.А. Заговорчев. М.: Вестник МАИ, 2014, №2, т.21, с. 32-40 (1 п.л./0,65 п.л.).

5. Садретдинова Э.Р., Галеев А.Г., Захаров Ю.В., Родченко В.В., Заговорчев В.А. Экспериментальная проверка метода выбора проектных параметров реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». 2014, № 16 (156), с. 44-50 (1 п.л./0,8 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

от ведущей организации ФГУП «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», отзыв положительный;

- от официального оппонента, Бизяева Ростислава Владимировича, доктора технических наук, профессора, начальника отделения ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», отзыв положительный;

- от официального оппонента Францкевича Владимира Платоновича, кандидата технических наук, первого заместителя главного конструктора по науке ОАО «МКБ «Искра» имени И. И. Картукова», отзыв положительный;

- от главного специалиста по вакуумной и криогенной технике ОАО НПО «Наука», д.т.н., профессора, Северцева С.А., отзыв положительный;

- от заведующего кафедрой «Ракетные двигатели», МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н, профессора Ягодникова Д.А, отзыв положительный.

- от заместителя начальника ЦСП ФГУП ЦНИИмаш, д.т.н. Гончара А.Г., отзыв положительный;

- от профессора кафедры «Технология проектирования и производства двигателей летательных аппаратов» ФГБОУ «МАТИ-Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского, д.т.н, доцента Силуяновой М.В., отзыв положительный;

- от заместителя председателя НТС, начальника проектного отделения, ОАО НПО «Молния», к.т.н. Дудар Э.Н., отзыв положительный;

- от начальника лаборатории космической робототехники ИКИ РАН Козлова О.Е., отзыв положительный;

- от заместителя начальника отдела ФКП «НИЦ РКП», 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 выбора проектных параметров реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте; предложенный метод позволяет определить параметры и характеристики, а также условия запуска пенетратора, доставляющего приборный отсек заданной массы на определенную глубину при минимальном энергетическом расходе, заданном массой топлива;

- на основе анализа состава лунного грунта получены аналитические зависимости для определения глубины проникания, скорости и ускорения движения в каждый момент времени как функции параметров пенетратора, условий его запуска и физико-механических свойств реголита;

- автором установлено, что при запуске реактивного пенетратора с посадочного аппарата, неподвижно расположенного на поверхности Луны, для достижения максимальной глубины проникания необходимо, чтобы уровень тяги двигателя был в два раза выше значения статического сопротивления реголита, при этом запуск должен быть организован таким образом, чтобы к моменту его входа в грунт он имел скорость, равную оптимальной скорости движения в этом реголите;

- проведена апробация работоспособности предложенного метода на числовых примерах для пенетраторов различных конструктивных исполнений, размеров и масс;

- проведены экспериментальная проверка основных зависимостей по определению силы сопротивления, глубины проникания и скорости движения при запуске пенетратора с нулевой скоростью, а также верификация предложенного метода выбора проектных параметров лунного реактивного пенетратора; результаты эксперимента не противоречат расчетным данным.

В поступивших отзывах имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации присутствуют отдельные излишне длинные предложения, которые затрудняют их понимание, не искажая при этом смысл высказываний автора.
2. Присутствуют излишне длинные описания используемых подходов и методов.
3. Необходимо для расширения диапазона используемой методики провести ее верификацию с помощью результатов полученных в ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина»
4. В работе встречаются опечатки и неточности в формулировках.
5. Из работы не ясно как влияет форма головной части аппарата на оценку силы сопротивления движению пенетратора.
6. В разделе 3.1 желательно сократить часть общеизвестных положений.
7. Раздел 1.2 перегружен описанием физико-химических свойств земных грунтов.
8. В связи с внедрением Matchad использование номограмм в разделе 3.4 потеряло свое актуальное значение.
9. В выводах целесообразно привести более конкретные рекомендации.
10. Из автореферата диссертации (рис. 1) не ясно, по какому признаку построена классификация методов и средств образования скважин в грунте.
11. В формулах автореферата диссертации отсутствуют размерности используемых величин. Например, в формуле (3).
12. В автореферате нет обоснования выбора метода неопределенных множителей Лагранжа при исследовании экстремума целевой функции.
13. Объем автореферата превышает рекомендованную Положением норму.
14. Из реферата не ясно подходит ли предложенная методика расчета для глубин проникания порядка 100 метров и более. В реферате сказано, что расчет

проводился для глубины проникания 10 м. Стоило бы привести в третьей главе работы расчетные данные для разных глубин проникания пенетратора.

15. Из автореферата не ясно как влияет форма головной части пенетратора на его проникание в грунт, что происходит с грунтом при внедрении в него пенетратора и как производится забор проб лунного грунта для его последующего исследования.

16. В автореферате диссертации не объясняется особенность поведения реактивного пенетратора при контакте с твердым грунтом, поскольку глубина залегания реголита изменяется от 0,3 до 10 м, а в расчетах и таблицах автореферата глубина проникновения пенетратора составляет от 2 до 10 м.

17. В автореферате диссертации не описывается особенность функционирования полезной нагрузки пенетратора (получение энергии, передача информации), поскольку использовать проводную связь невозможно.

18. В автореферате диссертации не учитывается особенность работы реактивного пенетратора во взаимодействии реактивной струи двигателя с грунтом скважины и в интенсивном выбросе грунта и реголита из скважины и сильного запыления посадочного устройства космического аппарата, в том числе оптических устройств, солнечных батарей и механизмов.

19. Отсутствуют обозначения и описания некоторых параметров в формулах (например, формула (2) из автореферата диссертации).

20. В качестве замечания можно отметить то, что в автореферате диссертации не приведена методика проведения испытаний и планы использования экспериментальных данных при проведении оптимизации параметров и циклограммы функционирования пенетратора в составе посадочного аппарата.

21. В тексте автореферата на представленных схемах рисунка 12 испытательного лотка и на рисунке 13 оборудования шахты нет условных обозначений их составных частей и нет пояснительного текста о том, как

проводились испытания пенетраторов на представленных испытательных установках.

22. Также в автореферате нет информации о том, какая из представленных на рисунке 8 возможных компоновочных схем пенетраторов является более предпочтительной.

23. На странице 11 автореферата в пояснительном тексте к выражению (2) содержится опечатка: «... P_a – бытовое давление грунта».

24. Заданный в качестве исходных данных допустимый уровень перегрузки 1000g является чрезвычайно сложным для выполнения при создании исследовательской научной и служебной аппаратуры зонда-пенетратора, что нуждается в пояснении.

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 выбора параметров и характеристик реактивного пенетратора, обеспечивающий доставку полезной нагрузки на заданную глубину оптимальным способом; метод позволяет определить параметры и характеристики, а также условия запуска пенетратора, доставляющего приборный отсек на максимальную глубину при заданной массе конструкции и топлива;

- **предложена** методика определения основных соотношений, связывающих параметры пенетратора, условия его запуска и физико-механические характеристики грунтов-аналогов лунного реголита;

- **доказана** достоверность и применимость разработанного метода для выбора проектных параметров лунных реактивных пенетраторов, предназначенных для доставки приборного отсека в заданную точку лунного грунта;

- **новые понятия** не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано**, что при запуске реактивного пенетратора с посадочного аппарата, неподвижно расположенного на поверхности Луны, для достижения максимальной глубины проникания необходимо, чтобы уровень тяги двигателя был в два раза выше значения статического сопротивления реголита. При этом запуск должен быть организован таким образом, чтобы к моменту его входа в грунт он имел скорость, равную оптимальной скорости движения в этом реголите;

- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** метод неопределенных множителей Лагранжа;

- **изложены** методики проведения экспериментальных исследований пенетраторов на испытательных стендах;

- **раскрыты** особенности соотношений, связывающих проектные параметры ЛРП и условия его запуска с физико-механическими характеристиками грунтов-аналогов;

- **изучены** общие вопросы скоростного движения пенетраторов в грунтах, основные физико-механические свойства лунных грунтов как среды для движения реактивных пенетраторов;

- **проведена модернизация** математических моделей взаимодействия лунных реактивных пенетраторов с грунтом, обеспечивающих получение его оптимальных параметров;

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

- **разработан и внедрен** метод выбора оптимальных проектных параметров лунных реактивных пенетраторов;

- **определены** направления практического использования предложенного метода выбора оптимальных проектных параметров лунных реактивных пенетраторов;

- **создана** методика определения основных соотношений, связывающих параметры лунного реактивного пенетратора, условия его запуска и физико-механические характеристики грунтов-аналогов лунного реголита.

- **представлены** рекомендации для проектировщиков и конструкторов при создании лунных реактивных пенетраторов, способных двигаться в реголите с высокими скоростями, что дает возможность рассмотреть большое число вариантов исполнения подобных аппаратов на ранних стадиях проектирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** была проведена проверка основных зависимостей по определению силы сопротивления, глубины проникания и скорости движения при запуске пенетратора с нулевой скоростью, а также верификация предложенного метода выбора проектных параметров лунного реактивного пенетратора;

- **теория** подтверждается результатами сравнительного анализа с существующими решениями задач подобного типа, результаты численного моделирования подтверждают точность разработанного метода;

- **идея базируется** на создании метода выбора параметров и характеристик реактивного пенетратора;

- **использовано** обоснованное сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

- **установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами независимых источников;

- **использованы** современные методы сбора и обработки информации по физико-механическим характеристикам лунного грунта.

Личный вклад соискателя состоит в разработке метода выбора параметров и характеристик реактивного пенетратора, обеспечивающего доставку полезной нагрузки на заданную глубину оптимальным способом, проведенные расчеты и сравнение расчетных данных с экспериментальными данными в диссертационной работе выполнены лично соискателем. Лично автором и при участии автора 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 «30» декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Садретдиновой Э.Р. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 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 17, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.10

д.т.н., профессор



Ю.И. Денискин

Ученый секретарь

диссертационного совета Д212.125.10

к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

Ученый секретарь МАИ (НИУ)

к.т.н., доцент

А.Н. Ульяшина

30.12.2014