



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»  
(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»)

ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009, тел. (846) 955-13-61, факс (846) 992-65-18, E-mail: mail@samspace.ru  
ОКПО 43892776, ИНН 6312139922, КПП 631201001

от 05.02.2025 № 1109-2025-6 Учёному секретарю

На № 604-10-480  
от 17.01.2025 г.

диссертационного совета 24.2.327.03  
Московского авиационного института  
А.В. Старкову

125993, г.Москва, Волоколамское  
шоссе, д. 4, МАИ, отдел Учёного и  
диссертационных советов

Отзыв на автореферат диссертации

Уважаемый Александр Владимирович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Полякова Алексея Александровича на тему «Методика выбора проектных параметров гиперскоростных пенетраторов для исследования небесных тел» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Приложение: Отзыв на 3 л. в 2 экз.

Первый заместитель  
генерального директора –  
генеральный конструктор  
АО «РКЦ «Прогресс», д.т.н.

Р.Н. Ахметов

Исп.: Г.В. Воротников , отдел 1109 , т. 8 (846) 228-50-98

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«21» 02 2025 г.



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО**  
**«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ПРОГРЕСС»**  
(АО «РКЦ «ПРОГРЕСС»)



ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009, тел. (846) 955-13-61, факс (846) 992-65-18, E-mail: mail@samspace.ru  
ОКПО 43892776, ИНН 6312139922, КПП 631201001

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель  
генерального директора –  
генеральный конструктор  
АО «РКЦ «Прогресс», д.т.н.



Ахметов Равиль  
Нургалиевич\*  
2025 г.

**ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации Полякова Алексея Александровича  
«Методика выбора проектных параметров гиперскоростных пенетраторов  
для исследования небесных тел»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление  
и обработка информации, статистика»

**Актуальность темы исследования**

Тема диссертационной работы А.А. Полякова несомненно является актуальной, поскольку она посвящена развитию новых принципов изучения твёрдых тел солнечной системы, позволяющих отказаться от «мягкой» посадки на их поверхность. Отличительной особенностью работы является использование гиперскоростных пенетраторов, позволяющих производить забор грунта с глубин более 5 м при минимальном использовании средств торможения или вообще без их использования.

**Научная новизна работы** заключается в том, что:

- 1) разработаны методика и критерии, позволяющие прогнозировать внедрение и оценивать эффективность проектных параметров гиперскоростного пенетратора;
- 2) разработан алгоритм оптимизации и принятия решения при выборе проектных параметров гиперскоростных пенетраторов для исследования небесных тел, облегчающий подготовку исходных данных конструктором;

СЛУЖБА КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«21» 02 2025 г.

3) проведена доработка существующих математических моделей, используемых для описания движения в преграде деформируемого тела, отличающаяся набором ограничений, предъявляемых к пенетратору на этапе внедрения;

4) впервые предложено проведение исследования Луны с использованием гиперскоростного пенетратора.

**Практическая значимость работы** заключается в том, что полученные результаты позволяют рассмотреть множество вариантов исполнения пенетраторов на ранних стадиях проектирования и принять оптимальное конструкторское решение для выполнения поставленной задачи.

**Достоверность результатов** обеспечивается корректным применением современного математического аппарата, обобщением опыта предыдущих исследователей и верификацией информации по результатам натурных испытаний.

**По содержанию автореферата имеется ряд замечаний.**

1) Предложенная методика выбора проектных параметров гиперскоростных пенетраторов, как любая методика, подразумевающая стороннее использование, должна содержать границы её применимости, в частности, диапазон скоростей пенетратора, характеристик грунтов, плотность атмосферы и т.д.

2) Не понятен термин «гиперскоростной» применительно к пенетратору. Так в автореферате упоминается, что это пенетратор, скорость внедрения которого в грунт небесного тела превышает 1 км/с. В то же время в работе [4] автор с соавторами приводит более корректное определение: «гиперскоростной ... (т.е. ...столкновение зонда с мишенью (происходит) на скорости, превышающей скорость звука в его материале)».

3) Автор справедливо заметил, что на скоростях 50 – 500 м/с на движение влияют пластические деформации грунтов, на скоростях 500 – 1000 м/с – вязкие свойства грунтов, на скоростях 1000 – 3000 м/с – гидродинамические характеристики расплавов. Кроме того, на процессы проникновения влияют форма тела, распространение ударных волн, температура торможения, трение, процессы образования каверны, распространение зон разрушения и ещё более десятка факторов. Всё это описывается сложной, но обобщённой системой дифференциальных уравнений. Чтобы избежать сложностей используются упрощённые вириальные уравнения с эмпирическими коэффициентами, которые работают в узких диапазонах рассматриваемых параметров. Неясно, чем обоснован выбор вириальных формул (1 – 11) применительно к пенетратору для скоростей от 40 до 2350 м/с. Ведь по мнению авторов формул они имеют ограниченное применение с большими вычислительными погрешностями и не предназначены для расчётов в таких широких диапазонах.

4) На рис. 6 нет расшифровок. Непонятно, чем отличается случай CDP от случая JH-2.

Указанные замечания не носят принципиальный характер. Автореферат Полякова А.А. чётко и лаконично изложен, хорошо структурирован, многочисленные эксперименты по верификации указывают на огромную проделанную работу и подчёркивают техническую квалификацию автора и его личный вклад в данное исследование.

Диссертационная работа «Методика выбора проектных параметров гиперскоростных пенетраторов для исследования небесных тел», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по актуальности, научной новизне, степени достоверности и практической значимости результатов соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени, а её автор, Поляков Алексей Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Начальник проектно-конструкторского  
отдела перспективных разработок  
и специальных систем КС и КА АО «РКЦ «Прогресс»

Харитонов  
Александр  
Александрович\*\*

Ведущий инженер-конструктор  
проектно-конструкторского отдела  
перспективных разработок  
и специальных систем КС и КА  
АО «РКЦ «Прогресс», к.т.н., специальность 05.07.05 –  
Тепловые, электроракетные двигатели  
и энергоустановки летательных аппаратов

Воротников  
Геннадий  
Викторович \*\*\*

Ведущий инженер-конструктор  
проектно-конструкторского отдела  
перспективных разработок  
и специальных систем КС и КА  
АО «РКЦ «Прогресс», к.т.н., специальность 05.07.05 –  
Тепловые, электроракетные двигатели  
и энергоустановки летательных аппаратов

Зиновьев  
Евгений  
Александрович\*\*\*\*

\* ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8(846) 992-64-89; e-mail: mail@samspace.ru

\*\* ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8 (846) 228-50-01; e-mail: haritonov.aa@samspace.ru

\*\*\* ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8 (846) 228-50-98; e-mail: vorotnikov.g.v@mail.ru

\*\*\* ул. Земеца, д.18, г. Самара, 443009; тел .: 8 (846) 228-50-98; e-mail: eazinovyev@gmail.com