



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»  
(АО «НПО Лавочкина»)



Ленинградская ул., д. 24, г. Химки,  
Московская область, 141402  
ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566

Тел. +7 (495) 573-56-75, факс +7 (495) 573-35-95  
e-mail: npol@laspace.ru  
www.laspace.ru

от 05 НОЯ 2019 № 517/26950  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Учёному секретарю  
диссертационного совета  
Д 002.024.01  
ИПМ им. М. В. Келдыша  
к.ф.-м.н.  
М. Г. Широбокову  
125047, г. Москва,  
Миусская пл., д. 4

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
по научной работе  
д.т.н., профессор



*С.Н. Шевченко* С.Н. Шевченко

19 2019 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы  
Гуо Пэна

«Исследование баллистико-навигационных задач  
для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Диссертация Гуо Пэна посвящена задачам, появившимся на рубеже XX-XXI веков в связи с проблемой обеспечения астероидно-кометной опасности. Эта проблема сегодня заняла свое место в ряду глобальных угроз человечеству, требующих своей оценки и реакции научного сообщества. Одной из первоочередных задач, стоящих перед наукой, является анализ различных граней указанной опасности и создание методических основ построения систем

космического мониторинга, призванного обнаруживать реальную угрозу от небесных тел, сближающихся с Землей.

Одной из очевидных и приоритетных задач астероидной опасности является определение реальной опасности таких тел и оценка точности определения вероятности их соударения с Землей. Поэтому актуальность создания методик и алгоритмов определения орбиты таких тел с оценкой ее точности, выбранных диссертантом, не вызывает сомнений. Поставив перед собой такую задачу, автор в диссертации провел исследования в части некоторых практических вопросов, возникающих в ходе построения реальных систем мониторинга ситуации. Диссертационная работа состоит из четырех глав, дополненных введением и заключением.

Первая глава посвящена разработке методического подхода и самих алгоритмов решения навигационных задач, требующихся при определении орбиты опасного астероида. Они проведены применительно к предлагаемой в литературе космической системе мониторинга «Небосвод», представляющей собой группировку из 4-х околоземных и гелиоцентрических КА, несущих оптические средства наблюдения малых тел солнечной системы. Получены оценки точности прогнозирования обстоятельств сближения астероида с Землей.

Во второй главе представлен пример решения модельных навигационных задач применительно к трем конкретным астероидам – Апофису, 2008 TC<sub>3</sub> и Челябинскому объекту. Приведены найденные пределы ошибок вектора прицельной дальности и эллипсы рассеивания в картинной плоскости с использованием стандартных методов наименьших квадратов и дополнительно – с учетом мешающих параметров. В качестве средства измерений рассмотрена группировка КА «Небосвод».

В третьей главе рассмотрена модельная задача определения и исследования характеристик вероятной области падения астероида Апофис на Землю в 2036 году. В дополнение к данным, полученным в отечественных работах о критичных орбитах, завершающихся столкновением Апофиса с Землей, автор разработал алгоритмы определения множества точек встречи астероида с поверхностью Земли, составляющих непрерывную трассу возможных точек катастроф. Это позволило уточнить результаты, полученные ранее другим автором.

В четвертой главе исследована возможность реализации стабильной орбиты спутника Апофиса с маяком для модели небесного тела, выбранной в виде однородного трехосного эллипсоида. Разработанная модель и алгоритмы позволили провести подробное моделирование обстоятельств долгосрочного полета маяка в течение 5–10 лет и показать возможность существенного уточнения орбиты Апофиса уже после сближения с Землей в 2029 году.

Характеризуя диссертацию в целом, необходимо отметить комплексный подход автора к решению поставленной задачи. Такой подход позволил провести общий анализ проблемы астероидов, сближающихся с Землей и выбрать направление своей работы по первоочередным и актуальным задачам опасности космической катастрофы. В процессе решения поставленных задач автор показал свой высокий уровень подготовки как специалиста в области космической баллистики и небесной механики, а также владение современными математическими методами. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейших исследованиях проблемы предупреждения астероидно-кометной опасности.

Содержание автореферата позволяет достаточно ясно оценить круг задач и результатов, полученных автором. Текст автореферата написан лаконично, простым и понятным языком, аккуратно оформлен, а пояснения и представленные рисунки помогают понять суть представленной работы.

Насколько можно судить из текста автореферата, в работе можно отметить ряд недостатков:

- 1) Характеристики системы «Небосвод» представлены недостаточно полно, что затрудняет проверку суждения о возможности видимости объектов более 25 звездной величины. Это может ограничивать периоды возможных наблюдений и потребует в некоторых случаях уточнения расчетов апостериорных орбит «Апофиса» после 2029 года.
- 2) Также отметим отсутствие детального описания многократно упоминаемых в тексте автореферата «мешающих параметров». Это затрудняет в полной мере проведение оценки полученных в диссертации выигрышей по точности.

Однако указанные недостатки не снижают общей высокой оценки диссертационной работы, а также научную и практическую ценность результатов, полученных автором и изложенных в автореферате диссертации. Рекомендуем их учесть при проведении дальнейших исследований.

## Заключение по диссертационной работе

Работа соответствует паспорту специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика». Диссертационная работа Гуо Пэна «Исследование баллистико-навигационных задач для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальной научной задачи, имеющей важное научное и практическое значение для развития космической отрасли.

На основании текста автореферата можно сделать вывод о том, что работа Гуо Пэна соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор, Гуо Пэн, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Инженер 2-й категории  
отдела баллистики и навигации,  
кандидат технических наук



Поль Вадим Георгиевич

Математик 2-й категории  
отдела баллистики и навигации,  
кандидат технических наук



Гордиенко Евгений Сергеевич

Ведущий математик  
отдела баллистики и навигации,  
кандидат технических наук



Симонов Александр Владимирович

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО "НПО Лавочкина")

Почтовый адрес: 141402, РФ, г. Химки, Московская область, Ленинградская ул., д. 24.

Телефон: +7 (495) 573-56-75

Официальный сайт: <http://www.laspace.ru/>

Электронная почта: [npol@laspace.ru](mailto:npol@laspace.ru)