

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Гуо Пэна «Исследование баллистико-навигационных задач для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика

Гражданин КНР Гуо Пэн в 2012 году окончил бакалавриат Нанкинского политехнического университета и в том же году был удостоен стипендии Правительства КНР (China Scholarship Council), чтобы продолжить обучение в РФ.

В 2012-2015 гг. Гуо Пэн обучался на подготовительной факультете и в магистратуре МГТУ им. Н.Э. Баумана. Он закончил обучение в МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «Динамика полета и управление движением летательных аппаратов» и защитил на «отлично» выпускную работу «Анализ точности космической навигации при исследовании проблемы опасного астероида Апофис». Затем он обучался в очной аспирантуре Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, в рамках отдела № 5 «Механика космического полета и управление движением», и подготовил данную диссертацию.

Диссертационная работа Гуо Пэна посвящена уменьшению астероидно-кометной опасности с помощью разработки баллистико-навигационных алгоритмов выявления орбитальных характеристик опасных небесных тел и анализа их вероятных столкновений с Землёй. Построению методики выявления и анализа навигационных характеристик, в частности, точности навигации системы «Небосвод», посвящена основная часть его диссертации. Это новая задача, связанная с ведущейся сейчас работой по проектированию отечественной космической системы «Небосвод» для обнаружения и определения орбит опасных астероидов. В работе также проанализирована возможность создания стабильной орбиты спутника с радиомаяком вокруг астероида Апофис для долговременного слежения за ним с помощью наземных радиотехнических средств, что может позволить заметно уточнить орбиту астероида.

Для выполнения поставленных задач в диссертации разработаны новые методики и алгоритмы для определения параметров орбитального движения астероида по оптическим измерениям космической системы «Небосвод» и оценки точности навигации по этим параметрам при наличии мешающих факторов с учетом практических ограничений работы системы «Небосвод». Численный анализ точностей навигации системы «Небосвод» выполнен как для опасного астероида Апофис, так и для астероида 2008 TC<sub>3</sub> и Челябинского метеорита. Получены оценки точностей навигации системы «Небосвод» с помощью моделирования измерений этой системы. Показана возможность уточнения навигации за счёт учёта мешающих параметров. Получены и исследованы характеристики вероятных столкновительных траекторий и вероятной области падения астероида Апофис на Землю. Также разработана

новая математическая модель орбитального движения КА вокруг астероида как однородного трёхосного эллипсоида с учетом возмущений от притяжения больших небесных тел, давления солнечного света, а также несферичности астероида. Получено аналитическое представление для эллиптических интегралов в формуле Дирихле. Показана возможность создания стабильных орбит спутника с радиомаяком вокруг астероида Апофис в течение нескольких лет, что может быть использовано для уточнения орбиты Апофиса.

Таким образом, в диссертационной работе Гуо Пэна получен ряд новых важных научных результатов, имеющих теоретическое и практическое значение. Полученные результаты могут использоваться в проектировании космической системы для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли, а также для анализа характеристик навигации и других опасных небесных тел.

Основные результаты диссертационной работы были доложены на нескольких Российских и международных конференциях и опубликованы в 23 научных работах, среди которых – 8 работ в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. За время работы над диссертацией Гуо Пэн сформировался в самостоятельного трудолюбивого высококвалифицированного научного исследователя.

Считаю, что диссертация Гуо Пэна является оригинальной, завершенной научно-квалификационной работой, полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.02.01– Теоретическая механика, а её автор Гуо Пэн, безусловно, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Научный руководитель,  
Ивашкин Вячеслав Васильевич  
д.ф.-м.н., профессор,  
главный научный сотрудник  
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН  
125047, г. Москва, Миусская пл., д. 4.

Телефон: 8 (499) 220-78-26  
E-mail: [ivashkin@keldysh.ru](mailto:ivashkin@keldysh.ru)

Подпись В.В. Ивашкина заверяю

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН  
к.ф.-м.н.

 / В.В. Ивашкин /

16 июля 2019г.



А.И. Маслов

16.07.2019