

## Результаты публичной защиты

Соискатель: Гуо Пэн

Диссертация: «Исследование баллистико-навигационных задач для обеспечения астероидно-кометной безопасности Земли»

На заседании 26 ноября 2019 г. присутствует 16 членов совета, из них 11 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
БОРОВИН Г. К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГАЛАКТИОНОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КУГУШЕВ Е.И.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
МАРОВ М.Я.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
САРЫЧЕВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
СИДОРЕНКО В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ТУЧИН А.Г.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ШИРОБОКОВ М.Г.	к.ф.-м.н.	01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны методика и алгоритмы определения параметров орбитального движения астероида по оптическим измерениям космической системы «Небосвод» и оценки точностей навигации с учетом практических ограничений и мешающих факторов. Введен аналог коэффициента «отношение сигнал/шум» для оценки влияния интенсивности ошибок мешающих параметров на точность навигации. Разработаны методика и алгоритмы определения характеристик падения астероида на Землю. Разработана математическая модель орбитального движения КА вокруг астероида – однородного трёхосного эллипсоида с учетом возмущений от притяжения небесных тел и давления солнечного света. Показана возможность создания стабильных орбит спутника астероида Апофис с движением спутника вокруг астероида в течение нескольких лет.

**К наиболее значимым результатам работы, представляющим научную новизну, относятся:**

1. Методика и алгоритмы определения параметров орбитального движения астероида по оптическим измерениям космической системы «Небосвод» и оценки точностей навигации с учетом мешающих факторов. Введение аналога коэффициента «отношение сигнал/шум» для оценки влияния интенсивности ошибок мешающих параметров на точность навигации.

2. Оценки точностей навигации системы «Небосвод» при наблюдении астероида Апофис, астероида 2008 TC<sub>3</sub> и Челябинского метеороида.

3. Выявление возможности наблюдений системой «Небосвод» и высокоточного определения орбит не только крупных и средних астероидов типа Апофиса (~320 м), но и также более мелких (до 4-50 м) объектов, приближающихся к Земле, в том числе и дневных астероидов размером ~ 50 м и более.

4. Методика определения характеристик падения опасного астероида на Землю. Характеристики вероятных столкновительных траекторий и вероятной области падения астероида Апофис на Землю в 2036 г. по наблюдениям к 2005 г.

5. Математическая модель орбитального движения КА вокруг астероида – однородного трёхосного эллипсоида с учетом возмущений от притяжения небесных тел и давления солнечного света. Алгоритмы вычисления потенциала и силы притяжения однородного трёхосного эллипсоида по формуле Дирихле.

6. Результаты анализа орбитального движения спутника вокруг астероида Апофис – однородного трёхосного эллипсоида. Выявление возможности создания стабильных, в течение нескольких лет, орбит спутника Апофиса.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что разработаны баллистико-навигационные методики, способствующие выявлению и улучшению знания орбитальных характеристик опасных небесных тел и их вероятных соударений с Землёй, определению стабильных движений спутника астероида, а также построению технических систем мониторинга небесной сферы.

Значение полученных соискателем результатов исследования для решения практических задач подтверждается тем, что:

1. Выполнено исследование навигационных характеристик космической системы «Небосвод», в частности, точностей определения и прогнозирования орбиты ОНТ по оптическим космическим измерениям с учетом наличия ряда мешающих факторов и практических ограничений работы системы. Показана потенциальная возможность наблюдений системой «Небосвод» и довольно точного определения орбит не только крупных и средних астероидов типа Апофиса (~320 м), но и также более мелких (до 4-50 м) тел, приближающихся к Земле, в том числе и дневных астероидов размером ~ 50 м и более.

2. Выявлены геометрические, временные и энергетические характеристики виртуальных столкновительных траекторий и вероятной полосы соударения астероида Апофис с Землёй в 2036 г. для одного варианта начальных данных орбиты Апофиса.

3. Развита метод определения гравитационного потенциала и силы притяжения однородного трёхосного эллипсоида. Применительно к анализу характеристик орбитального движения спутника астероида как трёхосного эллипсоида выявлено влияние трехосности астероида Апофис на время жизни пассивного движения его спутника.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила, что представленные в диссертации научные результаты получены с применением и разработкой моделей и методик в соответствии с современными теориями и данными. Выполнены проверка и тестирование результатов с помощью разных способов, а также сравнение полученных данных с исследованиями других авторов.

**Личный вклад** соискателя состоит в получении всех представленных в диссертации результатов, в подготовке всех публикаций и докладов по полученным результатам, личном представлении результатов на конференциях и семинарах.

На заседании 26 ноября 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Гуо Пэну ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» **присуждение ученой степени – 16**, «против» присуждения ученой степени – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 002.024.01  
кандидат физико-математических наук

Широбоков М.Г.