

ОТЗЫВ

официального оппонента

*на диссертационную работу **Бурдина Ивана Анатольевича** на соискание учёной степени «кандидат технических наук» по специальности «05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (отрасль наук: «технические») на тему «**Методика построения высокоточной согласующей модели радиационного давления навигационных космических аппаратов системы ГЛОНАСС**»*

Повышение точности расчёта параметров движения космических аппаратов является **актуальной** задачей с первых дней космической эры. Это положение относится и к глобальной навигационной спутниковой системе. Система решает задачи навигации и ориентации в пространстве-времени пунктов на поверхности Земли, летательных аппаратов и космических изделий научного и прикладного назначения.

Автор диссертации выполнил анализ влияния погрешностей учёта различных факторов в движении объектов системы и сделал **обоснованный** вывод о том, что при современных знаниях о моделях геопотенциала, параметрах вращения Земли, положениях Луны, Солнца и планет Солнечной системы необходимо повышенное внимание к ускорениям, обусловленным радиационным давлением.

На практике были использованы три подхода: априорный, эмпирический и согласующий. Априорный подход предполагает детальное изучение реакции изделия сложной формы на прилагаемые возмущения в период создания опытных образцов. Для эмпирического подхода характерен подбор амплитуд и периодов тригонометрических функций, аппроксимирующих остаточные отклонения, выявленные в результате анализа измерений. Метод согласования использует лучшие стороны априорного подхода – базовую модель учёта радиационного

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. №

10 10 2019

давления, – и наборы согласующих коэффициентов, вычисляемые на основе наблюдений для каждого из изделий системы. Такие наборы позволяют учесть как долговременные изменения режимов ориентации и стабилизации аппаратов, так и вариации отклика поверхности на солнечную радиацию короткого и долгого периодов.

Опора соискателя именно на согласующий подход закономерна и **обоснована**.

Научная новизна использованного автором диссертации метода согласования состоит в выборе специального разложения остаточных отклонений. Разложение выполняется по присоединённым функциям Лежандра. С большой степенью **достоверности** были выбраны наборы функций и улучшаемых числовых коэффициентов для каждого из трёх направлений действия радиационного давления. **Научный** подход проявился также в том, что коэффициенты разложения имеют физический смысл. Для остаточных отклонений короткого периода угол между плоскостью орбиты и проекцией Солнца на экватор считается приблизительно постоянным. Влияние слагаемых долгого периода происходит на интервалах от нескольких месяцев до одного года.

Среди **новых** значимых и **обоснованных** результатов следует отметить разделение на «световую» модель и «теневую» модель.

Автор диссертации не ограничивается обоснованием предлагаемого алгоритма, а разрабатывает методику применения подхода в условиях реального функционирования навигационной спутниковой системы. Более того, в рамках пробной эксплуатации методики на основе данных измерений было доказано улучшение точности предсказания положений космических аппаратов по сравнению с существующими алгоритмами. В этом заключается **практическая значимость** исследований.

Основные результаты работы полностью отражены в публикациях соискателя, вклад автора диссертации не вызывает сомнений.

Автореферат соответствует содержанию текста диссертации.

Текст содержит обширный иллюстративный материал, необходимый для сравнения и доказательства **достоверности** результатов.

В целом можно утверждать, что в диссертации на основе анализа большого числа публикаций, разработки и применения оригинальных подходов и алгоритмов и использования массивов разнообразных измерений представлены **новые решения** важной задачи, состоящей в улучшении точности предсказания положений и скоростей космических аппаратов, составляющих глобальную навигационную спутниковую систему.

Диссертация И.А.Бурдина «Методика построения высокоточной согласующей модели радиационного давления навигационных космических аппаратов системы ГЛОНАСС» отвечает критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней» и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Иван Анатольевич Бурдин, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник ГАИШ МГУ

(119991, Москва, Университетский проспект, 13)

доктор физико-математических наук

тел. 8(916)408-65-74, vadimchazov@yandex.ru

В.В.Чазов

В.В.Чазов

27 сентября 2019 года

Подпись с.н.с. ГАИШ МГУ В.В.Чазова заверяю

Директор ГАИШ МГУ

доктор физико-математических наук

профессор



[Signature]
К.А.Постнов