

## Отзыв

официального оппонента на диссертацию М.В. Захваткина «Определение и прогнозирование параметров движения космического аппарата с учетом возмущений, вызванных работой бортовых систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - Теоретическая механика

Диссертация М.В. Захваткина посвящена решению важной и актуальной задачи навигации современных космических аппаратов (КА). Ее важность обуславливается повышенными требованиями к точности определения параметров движения КА. Такая точность обусловлена с одной стороны привязкой научных экспериментов, а с другой задачами управления движением КА. При этих требованиях к точности определения движения КА весомыми источниками ошибок становятся негравитационные возмущения, связанные со световым давлением и работой реактивных двигателей КА. Поэтому тема диссертации М.В. Захваткина, в которой центральное место занимает проблема учета этих возмущений при определении и прогнозировании параметров движения КА, является весьма актуальной.

Диссертантом рассматривается движение КА, изменяющего свою ориентацию в пространстве при помощи двигателей-маховиков системы ориентации и стабилизации. Периодически маховики разгружаются при помощи реактивных двигателей, что приводит к возмущению движения центра масс аппарата. М.В. Захваткиным разработана модель пассивного движения КА, прерываемого подобными разгрузками двигателей-маховиков. При описании пассивного движения ключевое место занимает модель светового давления, учитывающая форму поверхности и ориентацию КА в пространстве. Параметрами модели выступают характеристики отражающей способности поверхности аппарата. В качестве примера такая модель строится для КА «Спектр-Р». Модель позволяет рассчитать как силу светового давления, так и ее момент относительно центра масс КА. Для оценки неизвестных параметров модели диссертант использует не только траекторные измерения, описывающие динамику центра масс КА, но и данные телеметрии о скоростях вращения двигателей-маховиков.

Разработанные модели и методы используются диссертантом при решении задачи определения параметров движения КА «Спектр-Р». В качестве апостериорных оценок точности полученных решений привлекаются невязки траекторных измерений. Согласно проведённой оценке адекватный учет светового давления и разгрузок двигателей-маховиков многократно уменьшает величины таких невязок.

Далее диссертантом предлагается метод прогнозирования движения КА, возмущенного разгрузками двигателей-маховиков. В основе метода лежит прогноз накопления кинетического момента маховиками, строящийся по известной будущей ориентации аппарата и параметрам светового давления. Согласно накоплению кинетического момента определяется время очередной разгрузки и величина

соответствующего приращения скорости аппарата. Проводится исследование на примере данных КА «Спектр-Р», показывающее существенное повышение точности прогноза при использовании разработанного метода по сравнению с прогнозом, построенным по пассивной модели движения. Помимо этого диссертантом предлагается математическая модель, позволяющая прогнозировать видимый блеск аппарата в зависимости от его ориентации.

В целом диссертация имеет большую практическую значимость. Ее результаты были использованы для определения параметров движения КА «Спектр-Р». Точность полученных орбит удовлетворила физиков-экспериментаторов, осуществляющих корреляцию интерферометрических измерений наземно-космического интерферометра. Разработанные методы могут быть также использованы для баллистико-навигационного обеспечения перспективных научных миссий «Спектр-РГ» и «Спектр-М».

Диссертация выполнена на высоком научном уровне и содержит решение важной и сложной задачи, связанной с изучением динамики КА «Спектр-Р», а также ряда перспективных научных КА на схожей платформе. Результаты диссертации М.В. Захваткина полно представлены в его публикациях и правильно отражены в автореферате.

К сожалению, диссертанту не удалось использовать в работе данные измерений наземно-космического интерферометра. Использование наблюдений таким интерферометром хорошо известных источников существенно повысило бы значимость проделанной работы.

Несмотря на это, однозначно считаю, что работа «Определение и прогнозирование параметров движения космического аппарата с учетом возмущений, вызванных работой бортовых систем» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - теоретическая механика, а ее автор, Захваткин Михаил Витальевич заслуживает присуждение ему искомой степени.

Заместитель директора ИКИ РАН  
доктор технических наук



Назиров Р.Р.

7.03.14