

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации М.В. Захваткина «Определение и прогнозирование параметров движения космического аппарата с учетом возмущений, вызванных работой бортовых систем», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Управление движением современных отечественных космических аппаратов предъявляют высокие требования к точности определения и прогнозирования параметров движения КА. Современные модели движения Луны, планет Солнечной системы, гравитационного поля Земли и других естественных факторов позволяют с высокой точностью учитывать влияние гравитационных сил, действующих на искусственный спутник Земли. В то же время для функционирующих космических аппаратов ошибки определения и прогнозирования параметров движения возникают, как правило, из-за недостаточно точного учета возмущающих факторов негравитационной природы, связанных с конструктивными и функциональными особенностями аппарата. Этим определяется актуальность темы диссертации М.В. Захваткина, посвященной проблеме навигации космических аппаратов, определению и прогнозированию параметров их движения с учетом как внешних возмущений, так и возмущений, обусловленных работой бортовых систем аппарата.

В диссертации М.В. Захваткина разработана модель пассивного движения аппарата, прерываемого кратковременными сеансами разгрузок двигателей-маховиков. Для пассивных участках полета на примере КА «Спектр-Р» описывается модель светового давления, учитывающая форму, ориентацию аппарата относительно Солнца, а также отражающую способность и зеркальность его поверхности. Она определяется тремя неизвестными параметрами и позволяет рассчитать силу светового давления и соответствующий ей момент. Для получения дополнительной информации о параметрах светового давления М.В. Захваткиным предлагается использовать данные об изменении кинетического момента системы двигателей-маховиков для оценки возмущающего момента светового давления, зависящего от неизвестных параметров.

В работе решается задача определения параметров движения КА с учетом возмущающих ускорений негравитационного характера. Для уточнения набора параметров движения, включающего параметры светового давления и параметры проведенных разгрузок двигателей-маховиков, используются как внешнетраекторные измерения, так и телеметрическая информация с борта аппарата. Последняя содержит данные о включениях реактивных двигателей во время разгрузок, а также данные о скоростях вращения двигателей-маховиков, позволяющие оценить действующий на аппарат возмущающий момент, а вместе с ним и параметры светового давления при помощи разработанной модели. Эффективность предложенных методов демонстрируется на примере обработки фактических данных КА «Спектр-Р». Выполнена оценка точности путем сравнения двух решений, полученных на независимых интервалах обработки и анализа рассогласований измеренных и расчетных значений по независимому источнику орбитальной информации – лазерным измерениям.

Автор предлагает метод прогнозирования движения КА, возмущенного разгрузками двигателей-маховиков. В основе метода лежит прогноз накопления кинетического момента маховиками, строящийся по известной будущей ориентации КА и найденным 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 значительное повышение точности прогноза при использовании разработанного метода по сравнению с прогнозом, построенным по пассивной модели движения.

В работе предложена математическая модель, позволяющая прогнозировать видимый блеск аппарата в зависимости от ориентации. Эта модель основывается на построенной

ранее динамической модели светового давления. Проведенное исследование попутных фотометрических измерений КА «Спектр-Р» показало согласование по параметрам двух моделей.

Судя по автореферату, в работе содержатся новые результаты, к которым относятся: Параметризованная модель силы и момента светового давления, использованная для повышения точности определения параметров орбиты КА «Спектр-Р». Метод использования измеренных скоростей вращения маховиков и разгрузок ЭМИО при уточнении параметров движения КА. Метод долгосрочного прогнозирования движения КА с учетом изменения кинетического момента и разгрузок ЭМИО. Математическая модель видимого блеска КА «Спектр-Р», согласующаяся с моделью влияния светового давления на движение аппарата.

К недостаткам работы следует отнести отсутствие описания методов учета влияния давления солнечного излучения применительно к перспективным КА (в том числе упомянутых в автореферате КА Спектр-РГ, Спектр-УФ, Гамма-400, Спектр-М). Построенная параметризованная модель влияния давления солнечного излучения может быть отнесена только к КА Спектр-Р, рассматриваемого в качестве примера. Указанный недостаток не снижает общей ценности работы.

В целом, судя по автореферату, работа актуальна, выполнена на высоком уровне, содержит новые результаты, имеет большую практическую ценность и удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Кандидат технических наук,
начальник отдела НИИ ПМЭ МАИ

В.Г. Петухов

Подпись к.т.н., начальника отдела НИИ ПМЭ МАИ Петухова В.Г. заверяю

Ученый секретарь НИИ ПМЭ
кандидат технических наук



Е.М. Петров