

Акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»



Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.spacecorp.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 04.10.2019 № РКС НТСЗ-103

На № _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д 212.125.12
к.т.н. А.В. Старкову

125993, г. Москва, ГСП-3, А-80,
Волоколамское шоссе, д.4,
Ученый совет

На Ваш исх. №704-19/34 высылаю отзыв на автореферат диссертации
Бурдина Ивана Анатольевича «Методика построения высокоточной
согласующей модели радиационного давления навигационных космических
аппаратов системы ГЛОНАСС», выполненной по специальности 05.07.09 –
«Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» на
соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: отзыв на автореферат на 4 л. в 2-х экз.

Ученый секретарь

С.А.Федотов

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № _____
* 11 / 10 20 19

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
соискателя ученой степени кандидата технических наук
Бурдина Ивана Анатольевича, выполненной на тему «Методика построения высокоточной согласующей модели радиационного давления навигационных космических аппаратов системы ГЛОНАСС», по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Точность определения местоположения потребителя и времени напрямую зависит от точности эфемеридной информации (ЭИ), передаваемой в навигационных сообщениях НКА. В настоящее время влияние погрешности моделирования сил светового давления оказывает основное влияние на точность определения ЭИ НКА ГЛОНАСС. Все возрастающие требования к точности закладываемой на борт навигационных КА (НКА) ГНСС прогнозной эфемеридной информации обуславливают необходимость разработки новых и модернизации существующих моделей сил, оказывающих влияние на движение НКА, в том числе модели радиационного давления (МРД).

В этой связи, тема диссертации Бурдина И.А., направленная на совершенствование модели солнечного давления, является актуальной.

Научная новизна исследований состоит в предложенной автором аппроксимации согласующей модели солнечного давления и методике по определению ее коэффициентов по экспериментальным данным. Среди отличительных особенностей методики можно выделить оригинальную методическую схему решения, состоящую из двух этапов и позволяющую уточнить коэффициенты модели, отвечающие за влияние короткопериодических и долгопериодических возмущений.

Практическая значимость полученных в работе результатов состоит в том, что применение разработанных модели и методики позволяет снизить погрешность 15-часового прогноза ЭИ для текущих технологий расчета эфемеридного обеспечения (ЭО) ГЛОНАСС на ~25% по сравнению с вариантом использования в ЭО ГЛОНАСС существующей модели радиационного давления.

Исх. от 04.10.2019 № ПКС ИТСЗ-103

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 11
" 10 " 20 19

Следует также отметить реализацию результатов исследований автора при выполнении государственных опытно-конструкторских работ по ФЦП 2012-2020 гг.

К сожалению, в автореферате остался без разъяснений состав возмущающих факторов, учитываемых в модели движения (МД) НКА при расчете параметров МРД, а также моделей, используемых для получения высокоточных (финальных) параметров движения НКА и ошибок этих параметров.

На рисунке 5 автореферата не приведены показатели отклонений для НКА (R_{09} , R_{10} , R_{11} , R_{12}), которые одновременно с отображенными находятся на «теневых» орбитах.

Кроме того, не ясно, какая из моделей таблицы 1 автореферата была принята в качестве согласующей МРД (в пояснениях к рисункам графиков указаны МРД под номерами 4 и 5, отсутствующие в таблице).

По содержанию автореферата диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Нет полного соответствия названия диссертационной работы ее содержанию. В названии диссертационной работы указано построение высокоточной согласующей модели радиационного давления космических аппаратов, включающее в себя силу светового давления, сил отраженной и инфракрасной радиации Земли. В диссертации же рассматривается построение только высокоточной согласующей модели сил светового давления. При этом ради справедливости следует признать, что сила светового давления является преобладающей среди сил радиационного давления на КА.

2. Использование для аппроксимации высокоточной согласующей модели разложения в ряд по сферическим функциям (выражение (6) автореферата) недостаточно обосновано. Такие разложения обычно применяются для аппроксимации гравитационных полей, близких к центральным, например, для аппроксимации ускорений, создаваемых гравитационными полями Земли, планет, Солнца. В центре такого гравитационного поля находится массивное притягивающее тело, а в качестве аргументов сферических функций выступают углы, отсчитываемые от заданных направлений на этом притягивающем теле. В автореферате же разложение по сферическим функциям используется не для аппроксимации ускорений, создаваемых солнечным давлением, а для аппроксимации коэффициентов, выражающих ускорения, вызываемые давлением солнечного света, в долях ускорения, вызываемого солнечным притяжением.

Кроме того, аргументами сферических функций, входящих в разложение (6), аппроксимирующее поправки к коэффициентам светового давления, являются углы α и γ , которые не привязаны к каким либо заданным направлениям на Солнце.

В то же время хорошие результаты, полученные при использовании аппроксимации (6) в виде разложения в ряд по сферическим функциям, показывают, что такая аппроксимация может использоваться для решения поставленной задачи.

3. Судя по автореферату в диссертации уделяется значительное внимание определению коэффициентов модели светового давления на бестеневых и теневых участках. Последние возникают при малых углах склонения Солнца γ , на участках орбиты НКА с малыми углами СОЗ. Однако при тех же значениях γ на участках очень больших углов СОЗ, которые являются бестеневыми, требующаяся угловая скорость разворота НКА, необходимая для постоянной ориентации панелей солнечных батарей (ПСБ) на Солнце, сильно возрастает и превышает возможности исполнительных устройств, обеспечивающих такой разворот. В этих условиях применяется упреждающий разворот с максимально реализуемой исполнительными устройствами угловой скоростью разворота. Это разворот начинается заранее, до момента времени, когда требующаяся угловая скорость начнет превышать возможности исполнительных устройств, и заканчивается после момента времени когда, требующаяся угловая скорость перестает превышать возможности исполнительных устройств. В режиме упреждающего разворота ПСБ ориентируются не на Солнце, а разворачиваются вместе с НКА в соответствии с алгоритмом упреждающего разворота и поэтому значения согласующих коэффициентов режима упреждающего разворота не могут совпадать со значениями этих коэффициентов в режиме ориентации ПСБ на солнце. Задача определения значений коэффициентов светового давления на участке режима упреждающего разворота также требует определенного внимания. Справедливости ради следует отметить, что длительность режима упреждающего разворота обычно не превышает 15 мин., а время пребывания НКА в этом режиме не превышает 0,1 % стока его активного существования.

Указанные замечания не сказываются на общей положительной оценке диссертации и не изменяют сущности и достоверности полученных научных результатов и выводов.

Диссертация Бурдина И.А. выполнена на актуальную тему, является законченной научно-исследовательской работой, обладает научной новизной, имеет важное прикладное значение, удовлетворяет требованиям,

