

## Отзыв

научного руководителя на диссертацию Доброславского А.В. «Исследование усредненных движений КА в ограниченной задаче трех тел с учетом сил светового давления», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Доброславский Александр Владимирович в 1998 году окончил Московский авиационный институт, кафедру теоретической механики. С 2018-2021 гг. Александр Владимирович обучался в заочной аспирантуре МАИ по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Диссертационная работа выполнена на актуальную тему исследования эволюции орбит КА в рамках модели ограниченной задачи трех тел с учетом сил светового давления. В настоящее время практически отсутствуют работы, посвященные описанию совместного воздействия сил светового давления и гравитационного притяжения со стороны двух небесных тел на невозмущенное кеплеровское движение спутника.

В первой главе диссертации дается оценка времени пребывания спутника в зоне земной тени при движении спутника в плоскости эклиптики. Такие исследования необходимы для учета влияния зоны тени на динамику спутника, находящегося на больших орбитах во внешней сфере гравитационного влияния Земли. Были найдены границы конусной тени и точки ее пересечения с эллиптической орбитой спутника. Было показано, что максимальное значение относительного времени пребывания спутника в области земной тени составляет 0.62%, что позволяет не учитывать земную тень при проведении качественных исследований больших орбит спутника.

Во второй главе исследуется эволюция орбиты спутника в плоской эллиптической ограниченной задаче трех тел с учетом светового давления. Получена усредненная силовая функция задачи, выведены усредненные уравнения возмущенного движения спутника планеты  $P_0$ . Исследована эволюция орбит в плоскости кеплеровых элементов  $(e, \omega)$ , описаны осциллирующие и ротационные движения по кеплеровым элементам. Численно построены орбиты либрационного и ротационного типов в декартовых осях, построены вырожденные траектории, отвечающие падению спутника на Землю.

Третья глава диссертации посвящена эволюции движений спутника в плоской ограниченной планетной задаче четырех тел с учетом светового давления. Предполагается, что траектории притягивающих небесных тел – кеплеровские эллипсы, (автор пренебрегает эволюцией кеплеровских элементов вследствие удаленности притягивающих тел друг относительно друга). Построены фазовые портреты колебаний в плоскости кеплеровских элементов  $(e, \omega)$  при разных значениях коэффициента светового давления  $\delta$ , описаны бифуркации стационарных режимов движения в зависимости от  $\delta$ . Численно построены орбиты либрационного и ротационного типов в декартовых осях конфигурационного пространства. Обнаружен эффект смещения орбиты спутника как целого в область, более удаленную от Солнца, как следствие воздействия светового давления.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию эволюции орбит в пространственной круговой астероидной задаче трех тел. Показано, что световое давление не оказывает влияние на движение гравитирующей точки, поэтому рассмотрена классическая задача для внутреннего случая. Впервые получена явная аналитическая форма представления усредненной возмущенной силовой функции задачи в виде бесконечного ряда Фурье. Выписаны усредненные эволюционные уравнения движения спутника вплоть до членов четвертого порядка малости по параметру  $(a/r_1)^2$ , построены фазовые портреты колебаний для этих приближений. Описаны бифуркации равновесий в уравнениях третьего и четвертого приближения. Показано, что на многообразиях



неаналитичности усредненной силовой функции ряд Фурье расходится, но является асимптотическим рядом.

В работе получен ряд новых динамических результатов, обусловленных совместным возмущенным воздействием сил светового давления и гравитационного притяжения со стороны внешних небесных тел на невозмущенное кеплеровское движение спутника в задаче четырех тел и трех тел (плоский случай): описаны бифуркации равновесий в плоскости кеплеровских элементов  $(e, \omega)$ , описано появление новых равновесий и новых областей либрационных движений в сравнении с классической задачей четырех тел, численно обнаружено смещение траекторий спутника как целого в область, более удаленную от излучающего небесного тела.

Автором опубликованы четыре статьи из списка WoS и Scopus, 2 статьи из серии «conference paper» (Scopus), 15 тезисов конференций.

Автореферат полностью раскрывает содержание диссертации.

Считаю, что работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, а автор диссертации заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель,

зав. кафедрой «Моделирование динамических систем»

ФГБОУ ВО Московский авиационный институт

(национальный исследовательский институт)

д.ф.-м.н., проф.

Красильников П.С.

Подпись Красильникова Павла Сергеевича

УДОСТОВЕРЯЮ

Директор дирекции института № 8

«Информационные технологии и прикладная математика»

ФГБОУ ВО Московский авиационный институт

(национальный исследовательский институт)

к.ф.-м.н., доцент Крылов С.С.



Крылов С.С.