



Государственная корпорация  
по космической деятельности «Роскосмос»



Акционерное общество  
«Центральный научно-исследовательский институт  
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22  
г.о. Королёв,  
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951  
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru  
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310  
ИНН/КПП 5018200994/501801001

20.02.2020 исх. № 9003-2405

исх. № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного совета  
Д 212.125.12 ФГБОУ высшего образования  
«Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)»  
А.В. Старкову  
г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе,  
д. 4, МАИ, отдел Ученого и диссертационных  
советов, 125993

Уважаемый Александр Владимирович!

Высылаю отзыв АО «ЦНИИмаш» на автореферат диссертации Старченко Александра Евгеньевича «Траектории многовитковых перелётов космических аппаратов с минимальной радиационной нагрузкой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Приложение: Отзыв на автореферат на 3 листах, 2 экз.

Главный ученый секретарь,  
д.т.н., профессор

Ю.Н. Смагин

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«21» 02 2020

Яковлев М.В.  
8-495-513-30-62

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Старченко Александра Евгеньевича «Траектории многовитковых перелётов космических аппаратов с минимальной радиационной нагрузкой», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Проблема оптимизации траекторий многовитковых перелётов космических аппаратов (КА) с электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ) с целью снижения воздействия ионизирующих излучений космического пространства космического пространства (ИИ КП) на бортовые системы КА является актуальной.

Диссертационная работа А.Е. Старченко включает введение, три главы и заключение.

В первой главе разработана методика выбора траектории многовиткового перелёта КА с электрореактивной двигательной установкой (ЭРДУ) на геостационарную орбиту (ГСО) при условии минимальной радиационной нагрузки на бортовую аппаратуру КА. Определен критерий качества радиационного воздействия, который минимизируется при вариации траектории выведения КА. Начальная и конечная орбиты КА считаются заданными.

Вторая глава посвящена разработке методики адаптации радиационных функционалов к применению при численной оптимизации траекторий методами, описанными в первой главе. Все рассматриваемые в работе радиационные функционалы рассчитываются численно с помощью соответствующих программных комплексов различной сложности.

В третьей главе приводятся результаты применения методики оптимизации траекторий многовитковых перелётов КА с ЭРДУ на ГСО, описанной в предыдущих главах, на примере двух задач. Первая задача это задача оптимизации траектории перелёта многоразового электроракетного буксира (МЭРБ) с низкой круговой орбиты на ГСО с целью снижения дозы радиации, поглощенной некоторым чувствительным элементом на борту МЭРБ. Предполагается, что энергия для работы бортовых систем, включая ЭРДУ, генерируется бортовой ядерной энергетической установкой (ЯЭУ) с постоянной мощностью. В расчетах используются модели потоков естественных радиационных поясов Земли (ЕРПЗ)

Удел документационного  
обеспечения МАИ

« 4 » 02 2027.

AP8/AE8, AP9/AE9 и программные комплексы SPENVIS и IRENE. Вторая задача, рассматриваемая в данной главе, это задача оптимизации траектории многовиткового перелёта КА с высокоэллиптической промежуточной орбиты на ГСО с целью снижения уровня радиационной деградации солнечных батарей СБ при комбинированном выведении с помощью разгонного блока (РБ) и ЭРДУ.

Научная новизна работы определяется следующими результатами:

- ✓ новым подходом к решению задач оптимизации траекторий многовитковых перелётов КА с ЭРДУ с целью снижения радиационной нагрузки на бортовые системы на основе принципа максимума Л. С. Понтрягина;
- ✓ методикой осреднения радиационных функционалов по круговым орбитам и построения их гладких аппроксимаций с помощью сплайнов высокого порядка;
- ✓ установленным в процессе моделирования эффектом немонотонного изменения максимального эксцентриситета при снижении конечной дозы радиации в задаче перелёта КА с ядерной энергетической установкой и ЭРДУ с низкой круговой орбиты на ГСО.

Результаты работ, выполненных по теме диссертации, опубликованы в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, и доложены на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

По содержанию автореферата выявлены следующие недостатки.

- ✓ Судя по автореферату, в диссертационной работе отсутствует сравнение данных, полученных соискателем и другими авторами аналогичных работ, что снижает степень достоверности результатов выполненных исследований.
- ✓ В работе не приведено сравнение полученных результатов с расчётом радиационных функционалов с использованием программы COSRAD (НИИЯФ МГУ, АО «ЦНИИмаш»), используемой в практике организаций российской ракетно-космической промышленности.
- ✓ Анализ степени деградации солнечных батарей (СБ) за счет действия поглощенной дозы ИИ КП выполнен без учета других факторов, воздействующих на СБ в процессе эксплуатации, например, плазменных струй ЭРДУ.

Отмеченные недостатки не снижают ценности диссертационной работы в целом. Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к

кандидатским диссертациям, а ее автор - Старченко Александр Евгеньевич достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании подсекции НТС АО «ЦНИИмаш».  
Протокол № 1 от 7 февраля 2020 г.

Заместитель начальника центра системных исследований космической деятельности, к.т.н

 А.Н. Мальченко

Главный научный сотрудник, д.т.н. с.н.с.

 М.В. Яковлев

Инженер 1-ой категории

 В.А. Марчук

Инженер 1-ой категории

 А.П. Дублева

141070 г.о. Королев Московской обл., ул. Пионерская, д. 4., корп. 22,

Тел.: +7(495)513-59-51, e-mail: corp@tsnнимаш.ru

Подписи А.Н. Мальченко, М.В. Яковлева, В.А. Марчук, А.П. Дублевой  
удостоверяю:

Главный ученый секретарь АО «ЦНИИмаш»,

д.т.н., профессор



 Ю.Н. Смагин

« 20 » 02 2020 г.