

Отзыв
на автореферат диссертации А.С. Самохина
«Методика построения экстремалей Понтрягина в задачах сквозной
траекторной оптимизации межпланетных перелетов с учетом
планетоцентрических участков»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика».

Перспективность использования двигательных установок (ДУ) малой тяги на основе электроракетных двигателей в межпланетных перелетах как направления развития ракетно-космической техники, позволяющее увеличить массу полезной нагрузки КА, подтверждается успешной реализацией нескольких полетов зарубежных межпланетных КА. Вместе с тем, использование ДУ малой тяги в комбинации с ДУ большой тяги совместно с использованием максимально приближенных к настоящим условиям полета моделей при сквозном расчете всех участков перелета ставит сложную и громоздкую вычислительную задачу. Исследования различных аспектов подобных оптимизационных задач немногочисленны в научной литературе, а значит построение точных моделей межпланетного перелета и разработка методики решения оптимизационной задачи является **актуальной** задачей, которая решалась в представленной диссертационной работе.

Новыми научными результатами диссертационной работы являются: предложенная методика построения оптимального решения с использованием последовательности задач с постепенным их усложнением («лестница задач»), позволяющая получить приемлемое начальное приближение, обеспечивающее сходимость для задачи перелета со сквозным моделированием всех участков с учетом влияния притяжения Земли, Марса и Солнца на протяжении всего перелета; оценка выигрыша от гравитационного маневра у Луны при перелете к Марсу и иллюстрация целесообразности именно пассивного гравитационного маневра у Луны; методика преодоления вычислительных проблем при перестройке структуры законов управления (изменении количества активных участков).

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы связана с постановкой и решением вычислительно сложной оптимизационной задачи, с достаточно высокой степенью точности моделирующей замкнутый перелет околоземная орбита – орбита Фобоса – Земля с комбинированной ДУ. Здесь также необходимо отметить появившуюся возможность сравнения представленных

результатов расчетов с результатами, полученными с использованием менее сложных постановок задач, и, таким образом, возможность оценки приемлемости использования упрощенных моделей на предварительных этапах исследования межпланетного перелета.

Практическая значимость представленных в диссертационном исследовании результатов заключается в возможности использования полученного в результате диссертационного исследования программно-методического аппарата для оптимизации и моделирования различных межпланетных перелетов.

К недостаткам автореферата можно отнести следующее:

1. Не указана ракета-носитель (РН) с грузоподъемностью 10 т на низкой околоземной орбите. Для РН, в комплексе с которыми использовался ранее разгонный блок «Фрегат» («Союз», «Зенит»), принятая в работе (стр. 11 автореферата) масса КА 10 т на низкой околоземной орбите нехарактерна.

2. В автореферате не освещается интересный вопрос о сравнении результатов расчетов с использованием моделей различной сложности (по величинам функционала; по точности решения краевой задачи при переходе на следующую ступень «лестницы задач» в начальном приближении).

3. В формулировках изложения материала присутствуют недочеты. В частности, неясно изложен смысл ограничения общей продолжительности замкнутого перелета (1500 суток на стр. 9 автореферата). Это ограничение может трактоваться как используемая связь в формулировке принципа максимума, так и установленная автором граница, за которой не проводится поиск решения. Другой пример - на рис. 2 не указаны единицы измерения. Если размерность оси абсцисс обозначена в подрисуночной подписи, то о безразмерности оси ординат можно догадаться только по контексту. В добавление ко всему, описание девятиточечной краевой задачи с 70 неизвестными нуждается в уточнении: 1) где расположены точки (это всегда можно сделать различными способами) и каковы краевые условия в этих точках; 2) какие конкретно 70 неизвестных; 3) какие неизвестные рассматриваются как законы управления. Наконец, выигрыш от использования ДУ малой тяги вблизи Марса по сравнению с ДУ большой тяги (стр. 18 автореферата) приводится в процентах от массы КА или рабочего тела в неопределенный момент времени.

Указанные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Судя по автореферату, представленная диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы А.С. Самохин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика».

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
Отдела комплексного анализа
ракетно-космических систем

Е.Ю. Кувшинова

Кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
Отдела комплексного анализа
ракетно-космических систем

А.А. Сеницын

Подписи Е.Ю. Кувшиновой и А.А. Сеницына удостоверяю
Ученый секретарь
АО ГНЦ «Центр Келдыша»
кандидат военных наук



Ю.Л. Смирнов

Кувшинова Екатерина Юрьевна, 125438, Россия, г. Москва, Онежская ул., д. 8, тел. +7(495) 456-64-42, kuvshinova@kerc.msk.ru, Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (АО ГНЦ «Центр Келдыша»).

Сеницын Алексей Андреевич, 125438, Россия, г. Москва, Онежская ул., д. 8, тел.: +7(495)456-93-13 (доб. 5-86), sinitsin@kerc.msk.ru, Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (АО ГНЦ «Центр Келдыша»).

Авторы отзыва не возражают против включения своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук Самохина А.С. и их дальнейшую обработку в соответствии с требованиями ВАК.

14.04.2021