

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Самохина Александра Сергеевича  
“Методика построения экстремалей Понтрягина в задачах сквозной  
траекторной оптимизации межпланетных перелётов с учётом  
планетоцентрических участков”,  
представленной на соискание ученой степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 01.02.01 —  
теоретическая механика.

Диссертационная работа Самохина Александра Сергеевича посвящена численному решению задач оптимизации межпланетных траекторий экспедиции космического аппарата (КА). Управление КА осуществляется поочередно посредством двигателей большой и малой тяги. Необходимость в таком комбинированном управлении связана с тем, что управление КА посредством только реактивных двигателей большой тяги в настоящее время не позволяет доставить к другим планетам и астероидам удовлетворительную массу научного груза; использование же только двигателя малой тяги значительно увеличивает сроки доставки и может оказаться критическим в смысле отказоустойчивости всей системы. Использование на КА комбинации двигателей большой и малой тяги сочетает в себе достоинства манёвров с двигателями большой и малой тяги, позволяя избежать критических недостатков таких манёвров. В связи с экономической целесообразностью такая комбинация систем управления планируется к использованию в реальных проектах.

Исследование проводится численно-аналитически на основе соответствующего рассматриваемой задаче варианта принципа максимума Л.С. Понтрягина. Принцип максимума сводит решение задач оптимального управления к решению нелинейной многоточечной краевой задачи. Основной, зачастую непреодолимой трудностью решения задачи оптимального управления становится именно проблема численного построения экстремалей Понтрягина.

Диссертационная работа представляет собой плодотворное развитие заложенных в 90-е годы XX века в коллективе Григорьева Константина Георгиевича идей, позволивших в свое время решить интересные задачи оптимального управления. Итак, в работе используется стандартная для математического моделирования идея постепенного уточнения и усложнения математической модели рассматриваемого процесса. Важно, что такое постепенное уточнение и усложнение не приводит к необходимости решать каждую следующую задачу заново, так скажем "из пустоты"; на-

оборот, каждая из рассматриваемых постановок становится очередной ступенькой в “лестнице задач”; при решении следующей задачи уже решённая задача при необходимости переформулируется в новых терминах и становится отправной точкой очередного варианта метода продолжения решения по параметру.

На настоящий момент универсального подхода, позволяющего строить экстремали Понтрягина в любой достаточно сложной задаче не существует. Построение экстремалей остается трудной задачей, посильной только высококвалифицированному вычислителю. Простая, понятная и логичная идея “лестницы задач” при практической реализации приводит к громоздким математическим моделям; без четкости их формализации, математической корректности и аккуратности дальнейшее исследование обречено на провал. Также оказывается необходимым использование самых современных идей вычислительного оптимального управления и преодоление сложностей их численной реализации. Всё это потребовало от диссертанта отличных знаний соответствующих разделов теоретической механики, оптимального управления и вычислительной математики.

В результате проведённого исследования на основе предложенной в диссертационной работе методики А.С. Самохину удалось построить экстремали в громоздких задачах космодинамики и провести анализ полученных результатов.

Представленные в работе результаты и значительная часть предложенной методики исследований являются новыми. Диссертационная работа А.С. Самохина в целом представляет собой оригинальное исследование, выполненное на современном научном уровне. Она удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 «Теоретическая механика», а её автор Самохин Александр Сергеевич заслуживает присуждения ему данной ученой степени.

Научный руководитель,  
доцент, кандидат физ.-мат. наук



И.С. Григорьев  
28 декабря 2020 г.

Подпись доцента И.С. Григорьева заверяю

*Вер. снеч 5 /к Мороз*

