

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию С.О. Карпенко «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика»,  
представленную на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.02.01 – теоретическая механика

Диссертационная работа С.О. Карпенко посвящена актуальной задаче управления угловым движением спутника с минимальными требованиями по аппаратной составляющей, в том числе при нештатных ситуациях в работах системы ориентации. Большое внимание уделено вопросам, связанным с практическим применением результатов работы. В частности, предложенный алгоритм был реализован в составе бортового комплекса управления отечественного научного микроспутника Чибис-М. При этом работа отличается математической строгостью. Полученные соотношения, показывающие эффективность работы алгоритма ориентации, последовательно обоснованы и доказаны.

С.О. Карпенко, опираясь на опыт, приобретенный при разработке систем ориентации малых спутников и свою инженерную интуицию, предложил новый алгоритм, позволяющие осуществить ориентацию панелей солнечных батарей спутника на Солнце с использованием электромагнитных исполнительных элементов и показаний солнечного датчика. Важной особенностью этого подхода является отсутствие показаний магнитометра, которые обычно применяются в связке с электромагнитными исполнительными органами.

Для аппарата под управлением предложенного алгоритма построены математическая и компьютерная модели движения. Записаны эволюционные уравнения, позволившие провести аналитическое исследование рабочих режимов углового движения. Для осесимметричного спутника обнаружен полный набор первых интегралов этих уравнений, найдены положения равновесия и исследована их устойчивость. Для спутника, близкого к осесимметричному, также определены положения равновесия, в том числе асимптотически устойчивые. Показано, что аппарат выходит на вращение вокруг оси максимального момента инерции, а кинетический момент ориентируется по заданному направлению в инерциальном пространстве. Имеется, однако, присущая такого рода алгоритмам неопределенность в направлении – аппарат может ориентироваться как в заданном направлении, так и в противоположную сторону.

Приближенный результат, полученный с помощью упрощенных эволюционных уравнений, проверен и расширен в ходе численного моделирования. Здесь автор использует адекватную обстоятельствам точную модель геомагнитного поля, принимает во внимание возмущающих факторы, в том числе, прохождение аппарата в тени Земли. Приводится логика работы системы ориентации, включающей, в числе прочих, предложенный алгоритм, на борту микроспутника Чибис-М, запущенного с борта грузового корабля Прогресс 24 января 2012г. Приведены и проинтерпретированы результаты обработки телеметрии системы ориентации и стабилизации, показывающие работоспособность алгоритма и применимость полученных аналитических результатов. Предложенный алгоритм был успешно использован для продления срока службы аппарата после выхода из строя пяти из шести маховиков его системы ориентации.

В процессе выполнения диссертационного исследования, будучи аспирантом ИПМ, Соискатель принял активное участие в выполнении грантов РФФИ и Госконтрактов с Роснаукой. После окончания аспирантуры Станислав Олегович решил начать деятельность по внедрению своих результатов в компаниях, пройдя путь от инженера до руководителя проектов и технического директора ООО «Спутникс». Именно в это время им был предложен включенный впоследствии в диссертацию алгоритм ориентации спутника Чибис-М на Солнце, но и после этого он продолжил поиск новых неординарных решений по ориентации микроспутников, уехал на два года советником по инновациям проректора ДВФУ, где сумел организовать работы молодежного коллектива по созданию кубсатов. Только после возвращения в прошлом году в Москву, став уже вполне сложившимся исследователем, конструктором и организатором с богатым опытом разработки систем ориентации малых спутников, Станислав Олегович представил свою диссертацию на суд общественности. К этому времени он уже опубликовал двадцать пять научных работ по теме диссертации, из них шестнадцать в журналах из перечня ВАК и одиннадцать индексируются в системах Scopus и Web of Science. Результаты исследований соискателя прошли необходимую апробацию на ведущих российских и зарубежных научных форумах и семинарах.

Считаю, что С.О. Карпенко является сложившимся исследователем с богатым опытом доведения фундаментальных результатов до их практического применения. Выполненная им диссертационная работа «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика» представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, посвященное актуальным и востребованным практикой задачам полета космических аппаратов, соответствует Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ. Она

удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что С.О. Карпенко заслуживает присуждения учёной степени кандидат физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

Отзыв составил:

Овчинников Михаил Юрьевич

д.ф.-м.н. по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, профессор по кафедре теоретической механики

главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом №7,

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»,

125047, г. Москва, Миусская пл., 4.

ovchinni@keldysh.ru

/М.Ю. Овчинников/

Подпись М.Ю. Овчинникова заверяю

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

к.ф.-м.н.

08 декабря 2020 г.



/А.И. Маслов/