

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН  
125047, Москва, Миусская пл., 4  
Ученому секретарю диссертационного совет  
доктору физико-математических наук Полиловой Т.А.

### **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Зыкова Александра Владимировича  
«Исследование динамики управляемого движения космического  
аппарата с большим вращающимся солнечным парусом»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая  
механика»**

В 1989 году президентская юбилейная комиссия США с одобрения конгресса объявила международный конкурс в честь 500 лет открытия Америки испанским мореплавателем Х. Колумбом. По техническому заданию участникам конкурса необходимо было разработать проект космического аппарата, способного осуществить межпланетный полет под действием давления солнечного света. Предполагалось, что в 1992 году три космических парусника под именами колумбовых каравелл «Нинья», «Пинта» и «Санта Мария», стартуют с высокой околоземной орбиты (Америка брала на себя вывод на орбиту трех победителей конкурса) и медленно, но непрерывно разгоняясь, достигнут Луны, а может быть полетят дальше, к Марсу. В НПО «Энергия» инициативно была создана группа специалистов во главе с д.т.н., профессором В.С. Сыромятниковым, которая начала разработку проекта Солнечного парусного корабля. В основе проекта было принято, что форма больших парусов из тонкой отражающей пленки формируется за счет вращения. Управляемость ориентацией корабля достигалась путем использования двух таких парусов с обратным вращением и за счет управления углами двухстепенного шарнира, соединяющего их оси вращения. К сожалению юбилейная комиссия из-за отсутствия финансирования фактически прекратила свою работу, тем не менее, инициативная группа не только выполнила проект, но и смогла осуществить натурный эксперимент в космосе по раскрытию 20 метрового паруса при полете корабля «Прогресс М-15» в феврале 1993 года (эксперимент «Знамя-2»). Дальнейшие работы по этой теме были прекращены в связи с началом работ по Международной космической станции. Я, как участник тех работ, с удовлетворением отмечаю появление в настоящее время группы выпускников Физтеха – молодых специалистов РКК «Энергия», вернувшихся к этому очень интересному космическому проекту.

Диссертация А.В. Зыкова посвящена достаточно сложным и тонким теоретическим вопросам исследования процессов раскрытия и поведения тонкоплочного паруса, формируемого центробежными силами, управления угловым движением космического аппарата (КА) с большими вращающимися солнечными парусами.

В первой главе автор рассматривает стационарную форму паруса, возникающую при регулярной прецессии оси вращения паруса. Аналитически находится стационарная форма паруса и исследуется ее устойчивость. В случае конструкционного демпфирования также доказывается ее асимптотическая устойчивость. Во второй главе Зыков А.В. предлагает алгоритмы управления угловым движением платформы с солнечным парусом. Проводится математическое моделирование динамического поведения КА по предложенным алгоритмам. Третья глава диссертации посвящена выпуску паруса из уложенного состояния. Предлагается схема раскрытия солнечного паруса, представленного в виде четырех симметричных тросов. Находится аналитическое решение выпуска точечной массы на невесомом тросе, и далее предлагается математическая модель весоного троса.

Автореферат демонстрирует высокий научно-технический уровень выполненных работ. Результаты работ автора были представлены на различных конференциях в нашей стране и за рубежом, т.е. достаточно широкую апробацию.

Методы и алгоритмы, представленные в автореферате, безусловно имеют большое практическое значение и могут быть применены при разработке и проведении будущих космических экспериментов по раскрытию солнечных парусов.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа А.В. Зыкова «Исследование динамики управляемого движения космического аппарата с большим вращающимся солнечным парусом» удовлетворяет требованиям Положения ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика, а ее автор – Зыков Александр Владимирович – заслуживает присуждения ему искомой степени.

Бранец Владимир Николаевич



Доктор физико-математических наук (01.02.01 – Теоретическая механика), профессор, Действительный член Международной Академии Астронавтики, Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, международной общественной организации «Академия навигации и управления движением»,



Заместитель генерального конструктора по науке ОАО «Газпром космические системы».

Адрес: 141078 Московская область, г. Королев, ул. Сакко и Ванцетти, д. 186

Телефон: +7 (495) 504-29-06

E-mail: [branets@gazprom-spacesystems.ru](mailto:branets@gazprom-spacesystems.ru)

Сайт: <http://www.gazprom-spacesystems.ru/>