

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яскевича Андрея Владимировича на тему «Компьютерные модели динамики стыковки и причаливания космических аппаратов», представленную к защите на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Рассматриваемая диссертационная работа Яскевича Андрея Владимировича посвящена актуальной проблеме разработки методик проведения вычислительного эксперимента при математическом моделировании динамики стыковки и причаливания космических аппаратов. Сложность стыковочного механизма, выполняющего функции гашения кинетической энергии при соприкосновении космического аппарата с космической станцией и их сцепления за счёт поворотного механизма защёлок, обуславливает необходимость разработки математических моделей, учитывающих максимально возможное число степеней свободы и нелинейностей. В комбинации с необходимостью решения систем дифференциальных уравнений для полного спектра начальных условий, которые в общем случае являются случайными величинами, большое количество степеней свободы делает проведение численного эксперимента сложной вычислительной задачей. Результаты математического моделирования используются для анализа нештатных ситуаций, при планировании дорогостоящих экспериментов, разработке систем автоматического управления и т.д. Таким образом, актуальность данной работы не вызывает сомнений.

Структура диссертации выглядит логично и непротиворечиво. Сначала в главах 1 – 5 представлена методология моделирования процессов стыковки. Ее новизна заключается, прежде всего, в том, что в ней впервые дается способ корректного (с помощью дифференциальных уравнений), и детального (с учетом структуры связей) описания движения стыковочных механизмов. В рамках общей методологии предлагаются также модели и алгоритмы для детального расчета потерь энергии в стыковочных механизмах, упругих деформаций стыкуемых космических аппаратов, контактных реакций сложных поверхностей стыковочных агрегатов и механизмов.

На этой основе разработаны новые модели процессов стыковки с использованием стыковочных механизмов различного типа, представленные в главах 6 и 7. Корректное и детальное описание всех аспектов этих процессов позволило обеспечить соответствие результатов моделирования экспериментальным данным, предложить модификации кинематических схем стыковочных механизмов, проанализировать и продемонстрировать положительный эффект таких модификаций.

В главе 8 описан впервые предложенный и реализованный автором способ гибридного моделирования причаливания космических аппаратов и

разработанные им новые уравнения динамики механической системы «космический манипулятор – полезный груз», обеспечивающие расчет движения в реальном времени. Продемонстрировано применение этого метода для экспериментальной отработки причаливания российского модуля МИМ-1 к международной космической станции.

Для всех моделей разработаны новые средства компьютерной визуализации, облегчающие анализ пространственных процессов контактного взаимодействия и большого числа вычисляемых параметров динамических процессов.

Отмеченные недостатки:

1. Из текста автореферата трудно понять, в чём состоит преимущество используемых алгоритмов расчета динамики механизмов, обоснования их высокой вычислительной эффективности не приводится.

2. В автореферате приведена модель упругих колебаний стыкуемых космических аппаратов, но отсутствует оценка их реального влияния на динамику стыковки.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки автореферата диссертации. Работа соответствует п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Считаю, что Яскевич Андрей Владимирович заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Профессор Высшей школы
механики и процессов управления
СПбПУ, д.т.н., профессор (05.13.01)

Бурдаков Сергей Фёдорович

«15» марта 2021 г.

Отзыв заверил:



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ),
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29
Тел.: + 7 (812) 552-77-78; e-mail: mc@spbstu.ru