

Результаты публичной защиты

Соискатель: Яскевич Андрей Владимирович

Диссертация: «Компьютерные модели динамики стыковки и причаливания космических аппаратов»

На заседании 18 мая 2021 г. присутствует 14 членов совета, из них 8 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
БОРОВИН Г. К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГАЛАКТИОНОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КУГУШЕВ Е.И.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ЛАЦИС А.О.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
СИДОРЕНКО В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ШИРОБОКОВ М.Г.	к.ф.-м.н.	01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследования разработана общая методология моделирования динамики стыковки и причаливания космических аппаратов, которую можно рассматривать как **значительное научное достижение** в области теоретической механики, имеющее большое фундаментальное и прикладное значение.

Наиболее значимые результаты работы, представляющие научную новизну:

1. Определены общие структурные особенности кинематики стыковочных механизмов, разработаны компьютерные алгоритмы формирования и решения уравнений контурных связей, расчета динамики стыковочных механизмов центрального и периферийного типов как систем твердых тел.
2. Разработаны основанные на экспериментальных данных модели и алгоритмы для расчета упругих деформаций звеньев и передач к различным устройствам стыковочных механизмов с характеристикой в виде гистерезиса.

3. Разработаны уравнения взаимного движения стыкуемых космических аппаратов с учетом их контактного взаимодействия, вычислительно эффективный способ расчета упругих деформаций их конструкции.
4. Предложен метод описания контактирующих поверхностей стыковочных агрегатов наборами простейших геометрических элементов, для пар которых получены вычислительно эффективные аналитические решения, определяющие возможность и параметры контакта. Для оценки возможности контакта сложных поверхностей, которые аппроксимированы множествами однородных простейших геометрических элементов, предложен итерационный метод дихотомии.
5. Разработана детальная математическая модель динамики стыковки с использованием существующей системы центрального типа («штырь-конус»). Полученные с ее помощью результаты соответствуют данным испытаний на динамическом стенде с шестью степенями свободы. На основе большого объема моделирования динамики стыковки предложены модификации кинематической схемы стыковочного механизма и определены их параметры.
6. Предложены новый принцип функционирования и кинематическая схема периферийного стыковочного механизма, разработана детальная компьютерная модель и исследованы особенности динамики стыковки с его использованием.
7. Впервые предложен и реализован на динамическом стенде с шестью степенями свободы метод гибридного моделирования причаливания. Разработана модель для расчета в реальном времени динамики упругого космического манипулятора, переносящего стыкуемый космический аппарат.
8. Предложен и реализован новый метод компьютерной визуализации результатов моделирования пространственного контактного взаимодействия и функционирования стыковочных механизмов при стыковке и причаливании.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработаны новые высокопроизводительные методы моделирования динамики систем многих тел применительно к стыковке и причаливанию космических аппаратов на основе определения структурных особенностей моделируемых систем тел, комбинированного использования и доработки существующих вычислительно наиболее эффективных алгоритмов расчета их динамики, а также на основе разработки новых моделей и алгоритмов для расчета их деформаций, контактного взаимодействия. На основе представленной в диссертации методологии разработаны новые математические модели конкретных динамических процессов, учитывающие их уникальные особенности.

Значение полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что разработанные математические модели были использованы:

- при проектировании динамических процессов стыковки и причаливания кораблей и модулей, а также новых стыковочных механизмов, новизна которых подтверждается 4 патентами на изобретения;
- при планировании и анализе результатов наземных испытаний;
- при восстановлении по данным телеметрии, получаемой в ходе полета, динамических нагрузок, возникающих в реальных процессах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что применяемые модели и алгоритмы адекватны поставленным задачам, отдельные применяемые алгоритмы верифицированы с помощью альтернативных форм их записи, при программной реализации алгоритмов и моделей использованы специально разработанные внутренние средства тестирования, результаты численного моделирования хорошо коррелируют с экспериментальными данными наземных динамических испытаний на 6-степенном стенде, а также с данными полученными в ходе реализованных космических полетов.

Личный вклад соискателя состоит в получении всех представленных в диссертации результатов, в подготовке всех публикаций и докладов по полученным результатам, личном представлении результатов на конференциях и семинарах.

На заседании 18 мая 2021 г. диссертационный совет принял решение **присудить** Яскевичу Андрею Владимировичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **14** человек, из них **8** докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **21** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение ученой степени – **14**, «против » присуждения ученой степени – **нет**, воздержавшихся – **нет**.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 002.024.01
кандидат физико-математических наук

Широбоков М.Г.