

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Зуева Сергея Михайловича «Стабилизация положений равновесия нагруженных модификаций платформы Стюарта», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 - «Теоретическая механика».

Создание динамических тренажёров для улучшения качества персонального управления транспортным средством является первоочередной задачей при производстве пилотируемых летательных аппаратов, морских и наземных транспортных средств. При этом большинство выпускаемых динамических тренажёров использует кинематическую схему платформы Стюарта с различным числом степеней свободы. Алгоритмы управления таких мехатронных систем должны функционировать в ускоренном времени с учётом жёстких геометрических ограничений. В настоящее время кинематические схемы типа платформы Стюарта стали применяться и для других целей. Всё это говорит о том, что тема диссертационной работы Сергея Михайловича Зуева является актуальной и современной.

Автор в своей работе предлагает несколько методик с использованием программных средств для анализа кинематики и динамики стенов опорного типа в виде платформы Стюарта с тремя и шестью степенями свободы.

Прежде всего заслуживает внимания подробный анализ сложной кинематики управляемых стенов опорного типа при наличии как телескопических гидравлических приводов, так и ротационных приводов, снабжённых электромоторами с цифровым управлением. Предлагаются программы, разработанные автором, осуществляющие

переход от набора избыточных координат к обобщенным координатам для неголономных систем с неудерживающими связями. Рассмотрен также и обратный переход, позволяющий редуцировать алгоритм стабилизации в обобщенных координатах к алгоритму в управляющих координатах. Эти результаты необходимы для создания на практике цифровых систем управления динамическими стендами со сложной кинематикой.

В рамках теоретической механики автором решены задачи синтеза алгоритмов стабилизации стационарных состояний платформы Стюарта. Предполагается, что известна полная и точная информация по отклонениям обобщенных координат от своих стационарных значений. Автору удаётся показать возможность декомпозиции линейной модели управляемой системы на подсистемы с одной степенью свободы, что позволяет реализовать линейный алгоритм стабилизации и построить область возможных значений параметров алгоритма, соответствующую асимптотической локальной устойчивости стационарного состояния.

Тем самым показана принципиальная возможность асимптотической стабилизации стационарных состояний платформы с гидравлическими и ротационными приводами. Возможность применения на практике этого алгоритма требует дальнейшего анализа, связанного с наличием сенсоров для получения необходимой информации и их точностью.

Приятной неожиданностью является демонстрация полученных результатов на электромеханической модели, также созданной автором, и управляемой с помощью компьютерной реализации его алгоритмов.

В тексте диссертационной работы есть погрешности. На стр. 10 автор пишет, что пилот в кабине тренажёра управляет его движением. Это неправильно. Он может управлять только полётом, а не стендом, так как комбинация пилота и данного тренажёра является биомехатронной системой, реализующей в данном случае взаимодействие между сенсорами системами человека и мехатронной системой – тренажёром.

Ещё одно замечание по поводу неустойчивости. О ней можно говорить только в рамках линейной модели, так как для стенда опорного типа эта экстремальная ситуация реализуется в форме удара при нарушении геометрических ограничений. Таким образом, задача о неустойчивости приводит к необходимости постановки и решению задачи о мягкой остановке.

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и я надеюсь, что Сергей Михайлович продолжит свои исследования в области мехатроники. Основанием такой надежды является исторический обзор исследований по стендам опорного типа, помещённый в приложении к диссертации.

Считаю, что диссертация С.М. Зуева «Стабилизация положений нагруженных модификаций платформы Стюарта» полностью соответствует всем требованиям Положения ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, автореферат правильно отражает содержание диссертации, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01. – «Теоретическая механика».

Зав. Кафедрой прикладной механики и управления
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова,
д.ф.-м.н., лауреат Государственных премий СССР и РФ


09.06.2014
проф. В.В.Александров

Подпись В.В.Александрова заверяю

