

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Шимановского Александра Олеговича  
на диссертацию Бурьяна Сергея Николаевича  
«Механика голономных систем с геометрическими особыми точками»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по научным специальностям

1.1.3. Геометрия и топология; 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

В настоящее время все более широкое применение находят программы, предназначенные для компьютерного моделирования кинематики и динамики механизмов и машин. Такое программное обеспечение построено на использовании методов аналитической геометрии и классической механики. Однако в случаях, при которых движение механической системы проходит через особую точку конфигурационного пространства, численный алгоритм решения систем уравнений движения может приводить к расходящемуся решению и прекращению расчета, с чем нам приходилось сталкиваться на практике. Подобные ситуации наблюдались нами также при конечноэлементном моделировании напряженно-деформированного состояния тел вращения в случаях, при которых связь располагалась в месте пересечения поверхности тела с осью. В диссертационной работе Бурьяна С. Н. рассматриваются методы аналитической механики и геометрии пространств с особенностями, которые дают новые подходы к решению указанной проблемы. Таким образом, исследование является актуальным.

Диссертация включает введение, шесть глав, заключение, списки иллюстративного материала и литературы.

Во введении представлен аналитический обзор литературы по теме работы и на его основе сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе описывается кинематика и динамика сингулярного маятника, конфигурационное пространство которого может состоять из двух непересекающихся либо пересекающихся кривых, а также касающихся друг друга. Показано, что вблизи определенной точки конфигурационного пространства происходит существенный рост значений реакций связей. Во второй главе представлены формулы для параметризации движения механизма Дарбу через особую конфигурацию, которая в работе называется «квадратной». Полученные уравнения динамики позволили описать прямолинейное движение центральной вершины. Показано, что действие дополнительной внешней силы, которая стремится отклонить указанной точки от прямолинейного движения, вблизи особой конфигурации приводит к неограниченным реакциям голономных связей.

Третья глава является базисом для поиска дифференциальной структуры, которая позволяет описать движение через особенность для случая пересечения двух кривых или касания конечного порядка, что в дальнейшем использовано в главах 4–6. В четвертой главе представлен алгебро-геометрический метод дифференциальных пространств для построения динамики на касательном или кокасательном расслоении. В пятой главе рассматривается применение алгебраической теории диффеотопии для построения гамильтонова формализма на фазовом пространстве. Предметом рассмотрения шестой главы являются пространства Фрелихера. В этих трех главах представлены конкретные примеры вычислений дифференциальных структур. Автором показано, что движение

через особенность типа касания первого порядка в рамках рассматриваемых моделей описывается только в теории пространств Фрелихера.

Материал диссертации изложен в логической последовательности, что облегчает его восприятие. Математические доказательства выполнены строго, построения основываются на формальном «языке» обобщенного дифференциального исчисления. Полученные результаты прошли апробацию на пяти международных научных конференциях. Они представлены в пяти статьях, которые опубликованы в изданиях, входящих в список ВАК, Scopus и Web of Science.

В качестве замечания отметим, что значительные реакции, возникающие при движении механической системы вблизи особой точки конфигурационного пространства, будут приводить к деформированию связей и звеньев механизма, что приведет к некоторому отличию полученных в работе значений от реальных результатов. Однако следует отметить, что качественно данные результаты отличаться не будут; кроме того, учет деформирования звеньев не является предметом рассматриваемого исследования.

Таким образом, в работе получены новые теоретические результаты, связанные с исследованием движения механических систем при прохождении через особые точки конфигурационного пространства, которые могут быть использованы при практических расчетах механизмов и машин, в том числе при разработке алгоритмов программ, предназначенных для компьютерного моделирования кинематики и динамики механизмов и машин.

Диссертация Бурьяна Сергея Николаевича на тему: «Механика голономных систем с геометрическими особыми точками» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Бурьян Сергей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научным специальностям 1.1.3. Геометрия и топология; 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета

Доктор технических наук, профессор,  
Заведующий кафедрой «Техническая физика  
и теоретическая механика» Белорусского  
государственного университета транспорта

Шимановский А.О.

Дата 10.02.2022

Личную подпись  
удостоверяю

Начальник ОК М.С.И. Паранин

