

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Фуртата Игоря Борисовича на диссертацию Бурьяна Сергея Николаевича на тему: «Механика голономных систем с геометрическими особыми точками», представленную на соискание ученой степени физико-математических наук по специальностям

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

В своей диссертационной работе Бурьян С. Н. рассматривает возможные способы построения динамики для множеств, которые не являются гладкими многообразиями. Классическое исследование динамических систем существенно основывается на том, что исходное точечное пространство является гладким многообразием. Формализм дифференциальной геометрии определяет как основные понятия, такие как касательное пространство и векторное поле, так и более комплексные понятия, такие как потоки. Наличие особых точек, или сингулярностей, на исходном точечном пространстве приводит к необходимости обобщения классического формализма дифференциальной геометрии. Известны методы метрического, алгебро-топологического и алгебраического обобщения дифференциального исчисления. Обычно в подобных задачах рассматривается общая теория, которая затем применяется к конкретным примерам. Интерес в диссертации представляет обратная методика, когда на простых примерах рассматриваются общие вопросы механической и геометрической теории для пространств с особенностями. Актуальность тематики следует их анализа пространств с особенностями и их применения к примерам механизмов.

Диссертация состоит из двух частей: механической и геометрической, сама тема исследования находится на стыке двух наук. Механическая и геометрическая части являются взаимосвязанными и позволяют более полно описать рассматриваемую задачу построения динамики.

Главы 1 и 2 описывают вопросы, которые возникают в механике голономных систем при наличии особенностей конфигурационного пространства. В первой главе последовательно строится теория движения сингулярного маятника, который является основным конструктивным примером в диссертации. Интересно отметить, что в диссертации на основе этого механизма делается построение механических систем с более сложными конфигурационными пространствами, для которых описана геометрия и кинематика. У сингулярного маятника есть несколько типов движения, переход между которыми возможен только в особой точке конфигурационного пространства. Показывается, что при гладком движении сингулярного маятника режим перехода зависит от геометрических свойств кривой связи, по которой движется свободная вершина двойного маятника. С точки зрения теоретической механики особенность конфигурационного пространства типа касания приводит к динамической неопределенности движения в окрестности особой точки. Во второй главе рассматривается механизм Дарбу для прямолинейного движения. Для этого механизма не было известно описание кинематики и динамики, поэтому Бурьян С. Н. приводит явные выражения для параметризации прямолинейного движения механизма. Стоит уделить внимание и на исследование сил реакции голономных связей для сингулярного маятника и механизма Дарбу. Теоретические выводы также проиллюстрированы на графиках.

Глава 3 является переходной от аналитической механики к дифференциальной геометрии. В этой главе описывается простой подход к построению дифференциальной структуры для пространств, которые являются объединением гладких многообразий. Для особенностей типа касания первого порядка в данной теории механическая система не достигает особой точки конфигурационного пространства за конечное время. Во втором параграфе этой главы приведены основные вычисления дифференциальных структур, которые являются общими для следующих глав.

В главах 4-6 применяются методы дифференциальных пространств, диффеотопии и пространств Фрелихера для построения динамики для модельных примеров. Конфигурационные пространства представляют собой две пересекающиеся кривые, две касающиеся кривые или три луча с общей касательной. Построение дифференциальных структур сводится к задачам о продолжении

гладких функций или к описанию специальных классов функций, кривых и дифференциальных операторов. В работе приводятся необходимые сведения о дифференциальных структурах, даются прямые вычисления касательных и кокасательных расслоений и векторных полей на них. Автор показывает основные свойства векторных полей на обобщенных фазовых пространствах, которые не дают возможности для описания движения системы через особенность конфигурационного пространства. Для особенности касания конечного порядка основной положительный результат получается в теории пространств Фрелихера: возможно движение через особую точку вдоль главной кривой в конфигурационном пространстве.

Полный объем диссертации представляет 146 страниц, включая 23 рисунка. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка иллюстративного материала и списка литературы. По материалам диссертации автором было представлено пять статей, из которых две индексированы в Web of Science и Scopus. Основное содержание диссертации изложено в указанных пяти статьях. Диссертация прошла апробацию на пяти международных конференциях и различных механических и геометрических семинарах.

Работа оформлена аккуратно, текст диссертации структурирован. Был проделан большой объем разносторонней работы, включая поиск литературы по близким задачам. В тексте есть только небольшое количество опечаток, которые не влияют на общее содержание диссертации. Автор упоминает о механизмах с замкнутым кинематическим контуром, в которых также возникают кинематические особенности уже в теории управления. В дальнейшем хотелось бы увидеть применение дифференциально-геометрических и аналитических конструкций к задачам управления подобными механизмами.

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 специальностям 1.1.3. Геометрия и топология и 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин. Пункты 9 и 11 указанного приказа диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
Главный научный сотрудник ИПМаш РАН
Доктор технических наук, профессор

Фуртат Игорь Борисович

01.02.2022 г.



Фуртата И.Б.

Помощник Директора

Игорь Борисович

февраль 2022