

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Тихонова Алексея Александровича на диссертацию Бурьяна Сергея Николаевича на тему: «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.

Диссертационная работа С.Н. Бурьяна посвящена исследованию механических систем с особыми точками в конфигурационном пространстве. Наличие особых точек в конфигурационном пространстве не позволяет явно применить методы классической механики и дифференциальной геометрии для построения уравнений движения. Данная диссертационная работа направлена на изучение кинематических и динамических свойств механических систем вблизи особых точек конфигурационного пространства. Объектами исследования являются сингулярный маятник и механизм Дарбу. В части динамики исследование направлено на анализ поведения реакций сингулярного маятника и механизма Дарбу при приближении их конфигураций к особым точкам. Новаторский подход, используемый автором диссертации, заключается в применении методов геометрии сингулярных пространств (дифференциальное исчисление над коммутативными алгебрами, пространства Фрелихера, дифференциальные пространства) к изучению поведения сингулярного маятника и механизма Дарбу.

Первым существенным результатом диссертации является построение шести примеров реализуемых механических систем и подробное описание для них геометрической структуры особенностей конфигурационного пространства. Для сингулярного математического маятника соискатель построил гладкую параметризацию движения и нашел гладкие траектории движения при трансверсальной особенности и при касании. Вычислены силы реакций при движении механизма в окрестности особой точки. Построены два примера механических систем, у которых нет гладких траекторий, проходящих через особую точку.

Другим существенным результатом данной диссертационной работы является подробный анализ кинематики и динамики механизма Дарбу, построение гладкой параметризации движения через особую точку, вычисление реакции вблизи особой точки. Динамика механизма Дарбу исследована на основании модели, в которой все стержни - невесомые, а точечные массы сосредоточены в пяти точках шарнирного соединения стержней.

В диссертации изучено также приложение теорий дифференциальных пространств, диффеотопии и пространств Фрелихера к построению динамики на многообразиях с особенностями. Показано, что ни одна из этих трех теорий не описывают наблюдаемую динамику рассматриваемых механизмов в общем случае.

В целом, результаты настоящей диссертационной работы представляют собой новый вклад в кинематику и динамику механических систем с особыми точками в конфигурационном пространстве.

Все утверждения диссертации строго обоснованы, каких-либо существенных пробелов в доказательствах не обнаружено. Тема диссертации соответствует

специальностям «1.1.3. Геометрия и топология» и «1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин».

Основные результаты диссертации своевременно опубликованы (имеются 5 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных РИНЦ, Scopus и Web of Science), докладывались на конференциях и семинарах.

Диссертация написана достаточно понятно. В то же время, в диссертации имеются недостатки редакционного характера. К их числу относятся следующие:

1. с.18. При описании двойного маятника, во избежание неоднозначности постановки задачи, следовало бы сразу указать на то, что рассматривается (как можно догадаться из дальнейшего) плоский механизм с цилиндрическими шарнирами.
2. с.18. Упомянутые в тексте оси Ox и Oy отсутствуют на рис. 1.1. По-видимому, упомянутые оси не нужны, поскольку фактически используется ось Ax , которая показана на рис. 1.1, и ось Ay , которая подразумевается, но, к сожалению, не показана на рис. 1.1. Наличие оси Ay на рис. 1.1 позволило бы избежать неоднозначности в трактовке выражения «ось Oy ортогональна оси Ox » (с.18), а также позволило бы устранить неоднозначности в трактовках выражений «стержень AB находится правее стержня BC » и «стержень AB находится левее стержня BC » (с.18).
3. с. 19. Опечатка в определении 1.1.
4. с.30. Из уравнения $C\ddot{r} + h = 0$ следует, что в данном уравнении C имеет смысл матрицы при вторых производных от координат. Поэтому во избежание путаницы с обозначениями не следовало бы использовать ту же самую букву C в другом смысле (двумя строками выше) - для «уравнения связей $C(r) = 0$ ».
5. с.30. Выражение (1.15) можно записать проще: $\Lambda = -(C^T)^{-1}(F + MC^{-1}h)$.
6. с.32. В формуле (1.18) не хватает индекса 3 при функции f .
7. с.33. Опечатка в первой из формул (1.21): вместо второй производной от θ_2 должна присутствовать вторая производная от θ_1 .
8. с.34. Опечатка в формулировке теоремы 1.8.
9. с.36. Со ссылкой на рис.1.1 в тексте снова упоминаются оси Ox и Oy , отсутствующие на этом рисунке. Отсутствует также и упомянутая в тексте точка $(a,0)$, причем ее положение невозможно восстановить, не зная направления оси Oy . Приведенная в следующей фразе ссылка на рис. 1.14 (с.52) не добавляет ясности. Скорее наоборот, поскольку на рис. 1.14 опять-таки отсутствует точка O , а вместо упомянутых в тексте фокусов F_1 и F_2 присутствуют лишь обозначения F'_1 , F''_1 , F'_2 и F''_2 . При этом направления осей Ax на рисунках 1.1 и 1.14 – противоположные. К тому же, неясен смысл подписи к рис. 1.14 – скорее всего, в подписи имеется опечатка, поскольку 2 раза упоминается один и тот же эллипс. Непонятно также, почему рис. 1.14, если он нужен для понимания постановки задачи, формулируемой на с.36, приведен не здесь же, а намного позже – через 16 страниц?
10. с.40. Общий недостаток рисунков 1.3 и 1.4 – в том, что ни на самих рисунках, ни в пояснениях к ним не приведены данные о физических размерностях величин, откладываемых по осям ординат. Вероятно, было бы целесообразно проводить

вычисления для дифференциальных уравнений в безразмерной форме. Однако, судя по постановке задачи, приведенной на с.36, вычисления ведутся в размерных величинах.

11. с.41. Фраза «Вычисления численно подтверждают, что значение силы реакции в координатах двумерного тора в особой точке будет нулевой для трансверсали,...», помимо того, что содержит грамматическую ошибку, не объясняет, каким конкретно образом «Вычисления численно подтверждают». Являясь продолжением предыдущей фразы, в которой дается ссылка на рис. 1.4, она, тем не менее, не дает возможность увидеть нулевую реакцию на рис. 1.4.

12. с.48. Грамматические ошибки в формулировке Предложения 1.1

13. с.49. Известное в механике понятие динамической симметрии выглядит неудачным в применении к кривым в конфигурационном пространстве.

14. с.59. На рис. 2.3б («верхний треугольник») отрезок ОН, не являющийся материальным отрезком, изображен жирной линией той же толщины, что и стержни механизма Дарбу. По-видимому, отрезок ОН должен быть показан пунктиром?

15. с.62. Опечатка в формулировке теоремы 2.3.

16. с.117. Две опечатки в формулировке следствия 5.2.

В целом, диссертация С.Н. Бурьяна представляет собой законченное научное исследование актуальной проблемы на стыке теоретической механики и геометрии, в которой получены новые и важные результаты. Достоверность и строгая обоснованность полученных результатов не вызывают сомнений, а их использование представляется полезным для дальнейших теоретических исследований механических систем с особыми точками в конфигурационном пространстве.

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 физ.-мат. наук, профессор,
профессор кафедры теоретической
и прикладной механики СПбГУ



А.А. Тихонов

07.02.2022