



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
 «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский  
 автомобильный и автомоторный институт «НАМИ» (ФГУП «НАМИ»)

ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, 125438  
 www.nami.ru; e-mail: info@nami.ru  
 тел.: (495) 456-57-00, факс: (495) 456-31-32



ОКПО 00234703  
 ОГРН 1027739228406  
 ИНН/КПП 7711000924/774301001

15.08.2022г. № 2500-04/5390

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Зам. Генерального директора по науке  
 ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»  
 д.т.н., профессор

  
 С.В. Бахмутов  
 «15/08/2022» 2022 г.

**ОТЗЫВ**

На автореферат диссертации Рыжкова Александра Игоревича  
 «Моделирование динамики целенаправленного движения объектов с упругими  
 элементами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
 по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и  
 комплексы программ

Повышение производительности современной техники связано в том числе с реализацией быстрых поступательных и вращательных движений объектов с упругими элементами и, как следствие, появлением колебаний, влияющих на качество технических процессов. В разрабатываемых программах движения достижение цели с оценкой качества используемых средств на заключительном этапе является приоритетным. В механике при решении первой задачи динамики, чтобы по заданным массе и закону движения точки найти равнодействующую приложенных к точке сил, необходимо составление дифференциального уравнения движения, определение ускорения по заданному закону движения и нахождение искомой величины силы, вызывающей такое движение. Целенаправленное движение предполагает обоснование средств принуждения для достижения заранее поставленных целей.

**Актуальность темы.** Работа посвящена актуальной теме моделирования ускорений типа «разгон-торможение» упругих объектов техники с примерами применения в современных автоматизированных процессах. Выявлен и исследован новый класс кососимметричных ускорений. При задании времени и перемещения объекта с упругими элементами достигается состояние абсолютного покоя. Установлено и проверено снижение энергетических затрат на достижение цели движения. Свойства оптимального вращения деформируемого консольного стержня хорошо согласуются с результатами экспериментальной проверки.

128199



**Целью работы** является моделирование переносного поступательного или вращательного движений объектов с упругими элементами с использованием алгоритма решения полной обратной задачи вариационного исчисления (от функции перемещения – через уравнение Эйлера – к восстанавливаемому функционалу-критерию) при конструировании переносных ускорений, обеспечивающих достижение абсолютного либо относительного покоя объекта в конечном состоянии.

**Научная новизна** диссертационной работы состоит в том, что **разработаны и научно обоснованы:**

- новый метод компьютерного моделирования целенаправленных переносных поступательных и вращательных ускорений упругих объектов и систем при перемещении на заданное расстояние или угол за время, определяемое из моментных соотношений в относительном движении,

- методы реверсионного конструирования и оценки энергоемкости целенаправленных переносных ускорений типа «разгон – торможение»;

**выполнены:**

- аналитические и численные эксперименты для обоснования кососимметричных ускорений, обеспечивающих достижение цели движения. Обобщение результатов комплексных исследований привело к универсальным аналитическим зависимостям, описывающим динамику целенаправленного движения,

- экспериментальное исследование оптимального быстрого вращения консольного элемента конечной жесткости (руки манипулятора) для достижения абсолютного покоя в конечном состоянии.

**Практическая значимость работы.** С использованием алгоритма решения полных обратных задач вариационного исчисления найдены новые типы ускорений (управлений) переносного поступательного и вращательного целенаправленного движения объектов с элементами конечной жесткости. Предложенные и исследованные ускорения целенаправленного движения проиллюстрированы на простых моделях, обоснованы пути их внедрения в роботизированное производство (роботы-манипуляторы и 3D принтеры).

**Достоверность** проведенного диссертационного исследования обеспечивается целостным, комплексным подходом к научному исследованию, адекватностью методов исследования цели и задачи, научной апробацией основных идей, включенностью результатов в научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе предприятий отрасли промышленности.

Диссертационное исследование Рыжкова А.И. является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой. Совокупность научных и прикладных результатов работы по исследуемой проблеме можно квалифицировать как новый метод, имеющий существенное значение для развития машиностроения. Сформулированные автором теоретические выводы и практические рекомендации носят адресный характер.

**По работе имеются следующие замечания.**

1. Время оптимального движения упругого объекта с одной степенью свободы находится как общий корень системы двух трансцендентных уравнений. Однако, уже для системы с двумя степенями свободы необходимы дополнительные пояснения для алгоритма поиска общих корней системы трансцендентных уравнений.


2. На стр.16 автореферата, к сожалению, не даны четкие определения конструируемого и теоретического ускорений конца консольного стержня.
3. Нет разъяснения - почему в эксперименте учтена только первая мода колебаний при целенаправленном вращении консольного стержня?

Замечания не снижают общую положительную оценку работы и ее актуальность.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям согласно «Положению о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. №842, паспорту специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор, Рыжков Александр Игоревич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование.

Согласны на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Заместитель председателя  
Экспертного совета ФГУП «НАМИ»  
д.т.н., профессор,  
заслуженный машиностроитель РФ,  
лауреат Государственной премии РФ,  
лауреат премии Правительства РФ.

  
О.И. Гируцкий

Ведущий эксперт  
Экспертного совета ФГУП «НАМИ»  
к.т.н.

  
И.А. Фисенко

**Бахмутов Сергей Васильевич**, Заместитель Генерального директора по науке ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», доктор технических наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Тел.: +7 (495) 456-67-21. E-mail: [s.bakhmudov@nami.ru](mailto:s.bakhmudov@nami.ru)

**Гируцкий Ольгерт Иванович** Заместитель председателя Экспертного совета ФГУП «НАМИ», доктор технических наук, профессор, заслуженный машиностроитель РФ, лауреат Государственной премии РФ, лауреат премии Правительства РФ. Тел.: +7 (495) 456-61-61. E-mail: [giruzki@nami.ru](mailto:giruzki@nami.ru)

**Фисенко Игорь Алексеевич** ведущий эксперт Экспертного совета ФГУП «НАМИ», кандидат технических наук, Тел.: +7 (495) 456-67-00. E-mail: [igor.fisenkoi@nami.ru](mailto:igor.fisenkoi@nami.ru)

с отзвом откомлен 26.08.2022

И.И. Рыжков