

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКИ

Кузнецов В.В., Марко А.Ф., Карпович С.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Беларусь,  
mmts@bsuir.by

Abstract. The results of simulation modeling of the solution of the direct and inverse problems of the dynamics of mechatronic systems of parallel kinematics are presented. Multimedia pages for research with interactive visualization in the distance education are provided.

Разработка алгоритмов и средств имитационного моделирования технических систем имеет несомненное значение для сферы образования, так как такие средства, реализованные программно, могут применяться как для подготовки инженеров с высшим образованием, так и для переподготовки специалистов, в том числе при повышении квалификации и для дополнительного образования. В связи с развитием технологий на основе Web 2.0 такой подход может быть реализован непосредственно в системе электронного обучения в виде модельной среды на основе мультимедийных страниц с интерактивными возможностями проведения исследования.

В настоящем докладе представлены результаты по разработке имитационных моделей для динамического исследования мехатронных систем параллельной кинематики, предназначенные для дисциплин «Механика» и «Мехатроника». Имитационное моделирование динамики таких многокоординатных систем перемещений осуществлялось нами с помощью разработанных алгоритмов и инструментов программной среды MATLAB/Simulink.

В рамках динамического анализа осуществлялось решение прямой и обратной задач динамики исполнительного механизма. Прямая задача динамики заключается в определении закона движения исполнительного элемента и всех подвижных звеньев мехатронной системы в зависимости от заданного изменения усилий, развиваемых приводами, то есть сил, приложенных ко входным элементам исполнительного механизма [1], непосредственно связанным с приводами. Обратная задача динамики состоит в определении функциональной зависимости изменения линейных усилий приводов, прилагаемых к входным планарным позиционерам исполнительного механизма, для реализации заданного закона движения исполнительного элемента – платформы [2, 3]. На рисунке 1 наглядно показана схема решения прямой и обратной задач динамики, построенная на разработанной динамической модели механизма.



Рисунок 1 – Схема решения прямой и обратной задач динамики

Имитационное моделирование рассматриваемой системы перемещений с шестью степенями свободы может быть выполнено в среде MATLAB/Simulink в соответствии с концепцией пакета Simscape, который позволяет осуществлять моделирование поступательного и вращательного движения различной сложности в трех плоскостях, содержит набор инструментов для задания параметров звеньев механизма, кинематических ограничений, локальных систем координат, способов задания и измерения движений. Динамическая модель системы реализуется в виде блочно-схемного описания механической структуры с помощью соответствующих функциональных элементов. В процессе моделирования автоматически осуществляется преобразование описания механической структуры физического объекта во внутреннюю эквивалентную математическую модель, построенную на основе уравнений Ньютона-Эйлера, что значительно упрощает построение и реализацию динамической модели, не требуя непосредственного использования целого ряда дифференциальных уравнений, описывающих механические компоненты системы. Кроме того, в состав пакета Simscape дополнительно входят инструменты визуализации, которые позволяют получить трехмерные геометрические модели мехатронной системы как в статике, так и в динамике, причем результаты могут быть встроены в электронный учебный курс.

Поддержка интеграции с CAD-платформами, такими как Autodesk Inventor и SolidWorks, позволяет автоматически импортировать структурно-параметрическое описание модели системы в среду MATLAB/Simulink, что позволяет на основе Web 2.0 обеспечить интерактивную визуализацию непосредственно в системе электронного обучения.

### Литература

1. Динамическая модель механизма параллельной кинематики с шестью степенями свободы в среде MATLAB / Д.Г. Бегун, В.В. Кузнецов, Г.Н. Алехнович, Д.С. Титко // Теоретическая и прикладная механика. – 2017. – №32. – С. 170–175.
2. Алгоритмизация и моделирование пространственной системы параллельной кинематики на трех планарных позиционерах / В.В. Кузнецов // Известия НАН Беларуси. – 2016. – Вып. 3. – С. 310–319.
3. The 6-DOF Spatial Parallel Mechanism Control System Computer Simulation / Y. Litvinov, S. Karpovich, A. Ahranovich // Proc. of 52th Int. Scientific Colloquium, Ilmenau Technical University (Germany), 2007. – Vol. I. – P. 477–482.