



Т.С. Ларькина
Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске,
Белорусско-Российский университет,
П.В. Казаков, Д.Ю. Студнев
Белорусско-Российский университет

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НА ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ КОЛЕСАХ В СРЕДЕ SIMINTECH

В данной статье рассмотрен вариант построения модели управления роботизированной системой на всенаправленных колесах с помощью отечественного программного обеспечения SimInTech. Разработка этого алгоритма представляет собой важную задачу в области инженерии и технологии. В представленной исследовательской работе предложена эффективная модель управления всенаправленными колесами для роботизированных систем, а также выполнена демонстрация ее реализации в среде SimInTech. В рамках исследования анализируются существующие подходы к управлению движением подобных систем, обеспечивающих высокую точность и устойчивость при выполнении задач.

Роботизированная система, моделирование, SimInTech, импортозамещение.

Введение

SimInTech (Simulation In Technic) – это программное обеспечение для создания математических моделей, разработки управляющих алгоритмов, проектирования интерфейсов управления и автоматического генерирования кода для управляющих контроллеров и графических дисплеев.

В последние годы увеличивается интерес к всенаправленным колесам, которые обеспечивают высокую маневренность и возможность движения в любом направлении без необходимости изменения ориентации самой платформы.

Данная статья посвящена внутренней замене модели управления роботизированной системой, использующей всенаправленные колеса, в среде моделирования SimInTech. В рамках исследования выполнен анализ существующих подходов к управлению движением таких систем, обеспечивающих высокую точность и устойчивость при выполнении заданий.

Изучение внутренней структуры модели управления является важным этапом не только для повышения эффективности функционирования роботизированных систем, но и для расширения их возможностей в условиях сложных задач. Результаты исследования представят эффективную модель для управления данными системами, которые смогут работать в условиях реального времени.

Моделирование кинематики движения робота на всенаправленных колесах в системе SimInTech

На данной кинематической схеме (рис. 1) представлены направление векторов ускорения $\vec{a}_n$, также $\vec{v}_1$ – скорость движения на первом ролике, $\vec{v}_2$ – соответственно скорость движения на втором ролике, при условии прохождения второго ролика на определенное расстояние.

Система SimInTech представляет собой мощный инструмент для моделирования и симуляции динамических систем, предлагая широкие возможности для анализа и проектирования кинематики роботов [1].

Один из основных факторов, определяющих производительность и маневренность роботов, заключается в их кинематике – дисциплине, изучающей движение без учета воздействующих сил.

Работа предлагаемой модели основана на кинематической схеме, представленном на рисунке 1.

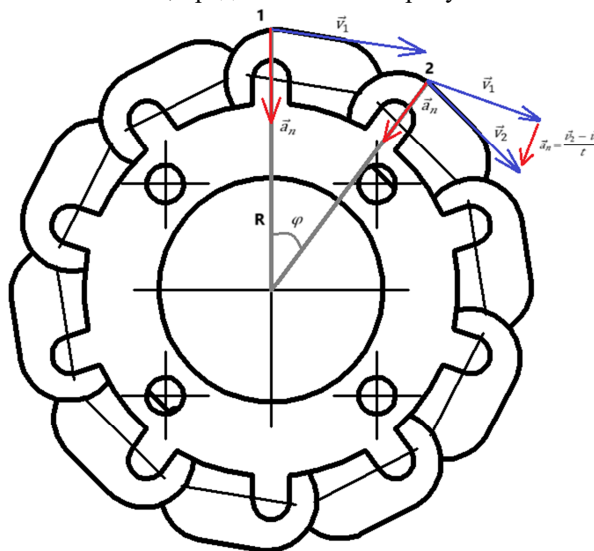


Рис. 1. Кинематическая схема всенаправленного колеса

Вектор ускорения, направленный к центру к точке, представляет точку подачи момента движения.

Согласно закону вращательного движения для определения изменения угла φ (рис. 1) с течением времени применим следующую формулу:

$$\varphi = \varphi(t), \text{ град.} \quad (1)$$

Величину угловой скорости, которая определяет быстроту изменения угла φ , определяем следующим образом:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \text{ рад/с или с}^{-1}. \quad (2)$$

Для определения величины изменения угловой скорости в ходе вращения необходимо детерминировать величину углового ускорения. Применим следующую формулу:

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}; \quad (3)$$

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \text{ рад/с}^2 \text{ или с}^{-2}.$$

Вектор ускорения $\vec{a}_n$, представленный на рисунке 1, отображает разность скоростей между двумя роликами и может быть представлен следующей формулой:

$$\vec{a}_n = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t}, \quad (4)$$

где $\vec{v}_1$ – вектор скорости первого ролика, м/с;

$\vec{v}_2$ – вектор скорости второго ролика, м/с;

t – время движения, с.

Для предлагаемой модели робота будут учитываться параметры всенаправленного колеса, состоящие из его радиуса и ускорения, равные [2]:

1) $r = 1$;

2) $a = 1$.

Также будут введены следующие допущения для симуляции данной кинематической модели:

1) в данной модели не учитывается масса устройства;

2) в данной модели не учитывается вес устройства;

3) в данной модели не учитываются габаритные показатели устройства;

4) в данной модели не учитываются потери энергии на трение поверхности и воздуха.

Исследуемая модель схемы представлена ниже на рисунке 2. Моделирование выполнено в программном продукте SimInTech.

Параметры и иные инженерные расчеты для системы выполнены в Mathcad 15 [3].

В ходе моделирования роботизированной системы в программном обеспечении SimInTech [4] были получены графики движения представленной системы на основе ее кинематических характеристик с учетом принятых данных.

Результаты моделирования – график движения: в прямом направлении (а); по серпантинам (б); вокруг своей оси (в); по горизонтали (г) приведены на рисунке 3 соответственно.

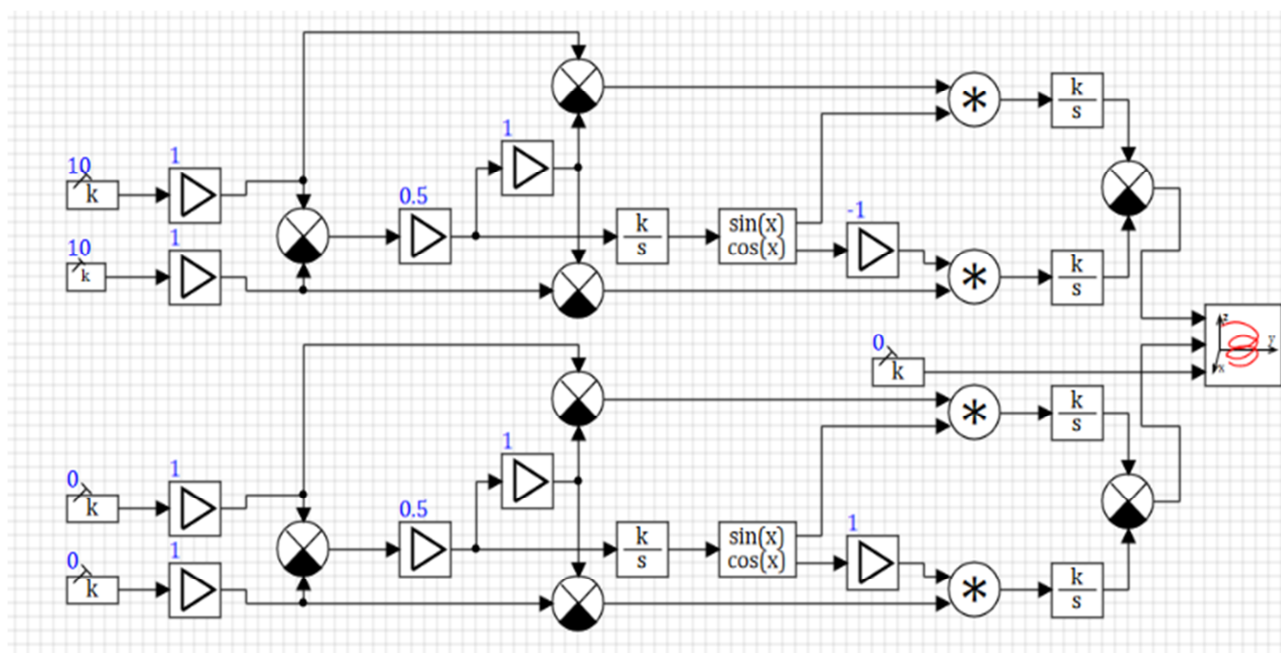


Рис. 2. Модель исследуемой схемы, выполненная в программном обеспечении SimInTech

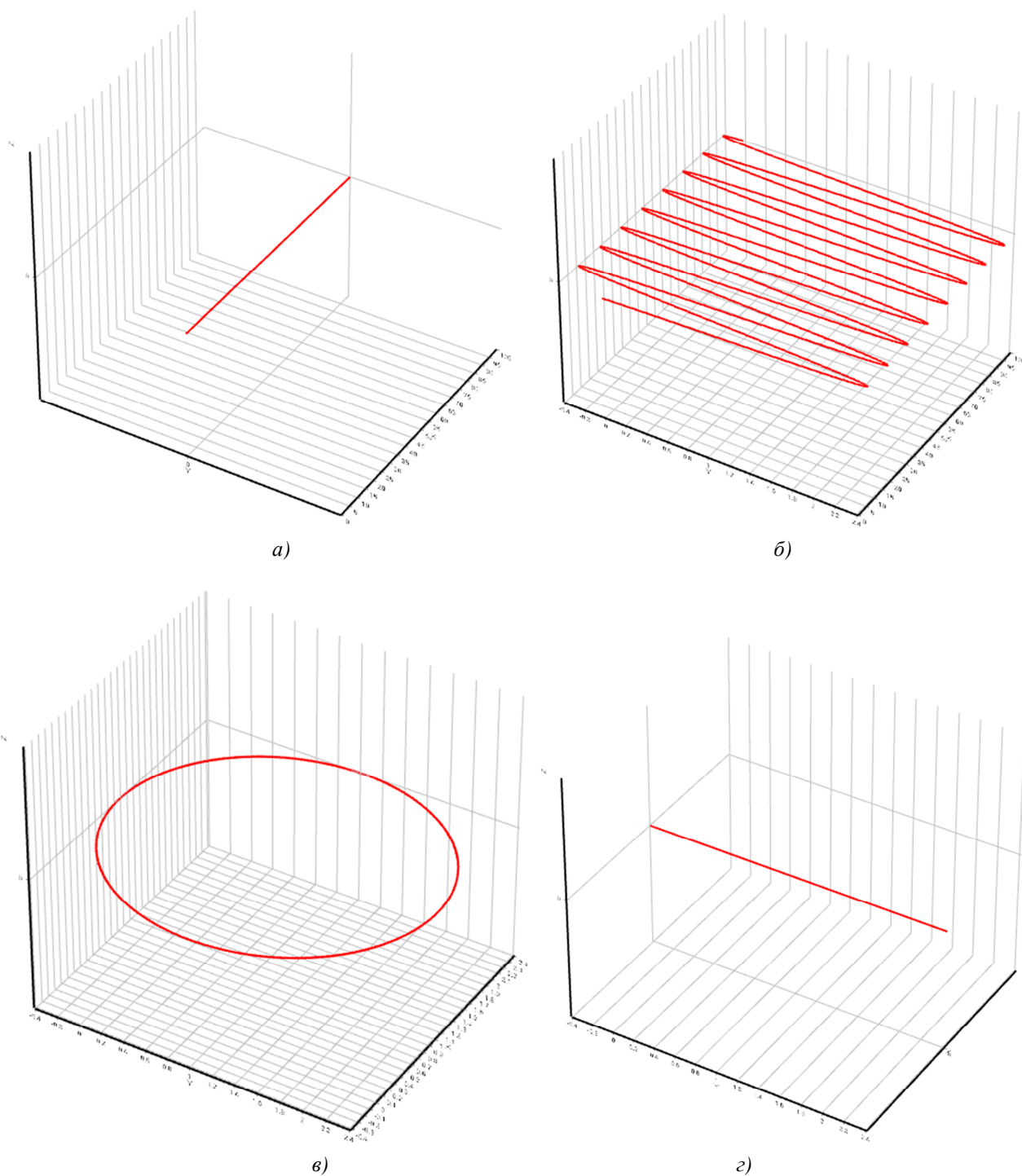


Рис. 3. График движения: а) в прямом направлении; б) по серпантинам; в) вокруг своей оси; г) по горизонтали

Графики, полученные в системе SimInTech и отображающие направление движения роботизированной системы, отличаются своей точностью данных, что позволяет верно интерпретировать движение устройства в различных условиях. Эти графики могут быть динамическими, что помогает отслеживать изменения направления во времени или в разных точках пространства.

Также полученные графики направления движения роботизированной системы в системе SimInTech играют важную роль в визуализации и анализе данных, помогая пользователям принимать информиро-

ванные решения и контролировать движение робота в симуляционной среде.

Выводы

В рамках данной статьи была проделана работа по разработке модели кинематики и управления движением роботизированной системы на всенаправленных колесах в отечественном программном обеспечении SimInTech и были представлены результаты движения роботизированной системы в плоскости в различных направлениях, таких как: движение по прямой, вокруг своей оси, по горизонтали и движение по серпантину.

Литература

1. Информационно-измерительная техника и технологии : учебник для вузов / В. И. Калашников, С. В. Нефедов, А. Б. Путилин [и др.] ; под редакцией Г. Г. Раннева. – Москва : Высшая школа, 2002. – 454 с.
2. Кравченко, В. Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В. Ф. Кравченко. – Москва : Физматлит, 2007. – 544 с.
3. Макаров, Е. Инженерные расчеты в Mathcad 15. Учебный курс / Е. Макаров. – Москва : Питер, 2011. – 400 с.
4. Хабаров С. П. Основы моделирования технических систем. Среда Simintech : учебное пособие для СПО / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 120 с.

T. S. Larkina

National Research University MPEI in Smolensk, Belarusian-Russian University,

P. V. Kazakov, D. YU. Studnev

Belarusian-Russian University

ALGORITHM FOR CONSTRUCTING CONTROL SYSTEM AND MODELING TRAJECTORY OF OMNIDIRECTIONAL WHEELS ROBOTIC SYSTEM MOVEMENT IN SIMINTECH ENVIRONMENT

This article discusses a variant of constructing a control model for a robotic system on omnidirectional wheels using the domestic SimInTech software. Developing an algorithm for constructing a control system and modeling the trajectory of a robotic system on omnidirectional wheels is an important task in the field of engineering and technology. The presented research paper proposes an effective control model for omnidirectional wheels for robotic systems, and also demonstrates its implementation in the SimInTech environment. The study analyzes existing approaches to controlling the motion of such systems, ensuring high accuracy and stability when performing tasks. Studying the internal structure of the control model is an important step not only to improve the efficiency of robotic systems, but also to expand their capabilities in difficult conditions.

Robotic system, modeling, SimInTech, import substitution.