

# О ПОЗИЦИОНИРОВАНИИ ДВУХСЕКЦИОННОГО РОБОТА

**А.С. Прокопов**

E-mail: proas98@mail.ru

**Е.С. Брискин**

*Волгоградский государственный технический университет*

Россия, 400005, Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, 28

E-mail: dtm@vstu.ru

**Ключевые слова:** двухсекционные роботы, голономная связь, тормозные стойки, позиционирование.

**Аннотация:** Рассматривается движение робота, состоящего из двух твердых тел (секций), опирающихся на горизонтальную ровную поверхность и связанных между собой приводным стержнем переменной длины. Стержень закреплен на каждом из тел с помощью цилиндрических шарниров, а изменение его длины осуществляется за счет работы актуатора. На каждом из твердых тел в различных точках установлены тормозные стойки, согласованная последовательность работы которых, рассматриваемой как наложение или снятие голономных связей, обеспечивает требуемое перемещение двухсекционного робота. Предложен и описан алгоритм совместной работы актуатора, изменяющего длину приводного стержня и тормозных стоек. Рассмотрено несколько вариантов реализации алгоритма, отличающихся изменением номера тормозной стойки на первом этапе. Таким образом, подтверждено влияние последовательности накладывания голономных связей на позиционирование секций робота. Установлено, что последовательность торможения опорных стоек оказывает существенное влияние на позиционирование робота.

## 1. Введение

Известны транспортные и робототехнические системы, состоящие из нескольких твердых тел, связанных между собой тем или иным способом [1, 2]. Простейшим примером является тягач и связанный с ним прицеп. Связка идентичных роботов в цепь или другую структуру имеет целью улучшение эксплуатационных свойств: маневренности, проходимости роботов и другие. Известны и роботы, связанные между собой одним стержнем переменной длины [3] и перемещающиеся по прямолинейной направляющей.

Однако отсутствуют исследования по изучению перемещения коллектива роботов, связанных между собой стержнями переменной длины, по плоской поверхности.

## 2. Постановка задачи

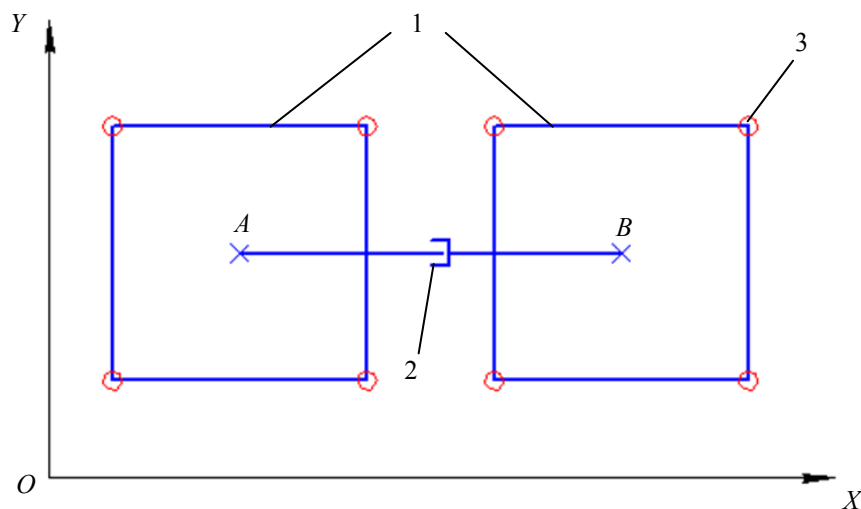
Рассматривается движение робота, состоящего из двух секций и связанных между собой стержнем переменной длины шарнирно закрепленного в центре масс каждого из роботов на плоскости  $XOY$ . Переменность длины обеспечивается работой актуатора (рис. 1).

Каждый из секций робота непрерывно взаимодействует с плоской горизонтальной поверхностью шаровыми опорами, обеспечивающими минимальность сил

сопротивления движению. На секциях симметрично установлены четыре управляемые тормозные опоры, обеспечивающие в определенные моменты времени надежный контакт с опорной поверхностью (рис. 2). В этом случае каждая из секций может совершать вращательное движение вокруг соответствующей тормозной опоры.

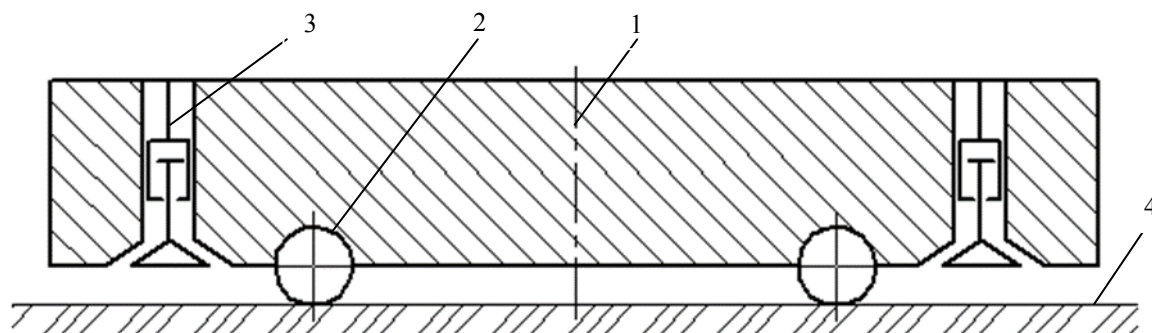
Движение двухсекционного робота должно осуществляться в соответствии с алгоритмом последовательной работы приводов: тормозных на каждой из платформ и привода актуатора.

Ставится задача разработать алгоритм перемещения двухсекционного робота из одного положения в другое. На первом этапе определить его конечное положение при произвольно заданном алгоритме управления.



*A, B* – точки закрепления стержней на роботах; 1 – платформы двухсекционного робота; 2 – актуатор; 3 – тормозные управляемые опоры.

**Рис. 1.** Кинематическая схема двухсекционного робота.



1 – платформа секционного робота; 2 – шаровая опора; 3 – тормозные опоры; 4 – опорная поверхность.

**Рис. 2.** Схема простого двухсекционного робота.

### 3. Алгоритм работы приводов

Алгоритм работы приводов состоит из нескольких, последовательно выполняемых этапов:

1. Тормозные опоры всех приводов одной из платформ секционного робота взаимодействуют с опорной поверхностью.

2. На одной из секций все тормозные опоры взаимодействуют с опорной поверхностью, и секция остается неподвижной, а на другой только одна, вокруг которой эта секция и совершает вращательное движение.
3. Привод актуатора изменяет длину связи  $AB$  на заданную величину.
4. Цикл повторяется со сменой заторможенной платформы секционного робота.

#### 4. Результаты реализации алгоритма

Сравнивалось четыре алгоритма управления в пределах 160 циклов и отличающиеся только номером опорной стойки (по пункту 2 алгоритма) на первом шаге. Номер варианта и опора, вокруг которой происходит поворот на первом шаге, совпадают. Результаты представлены на рис. 3.

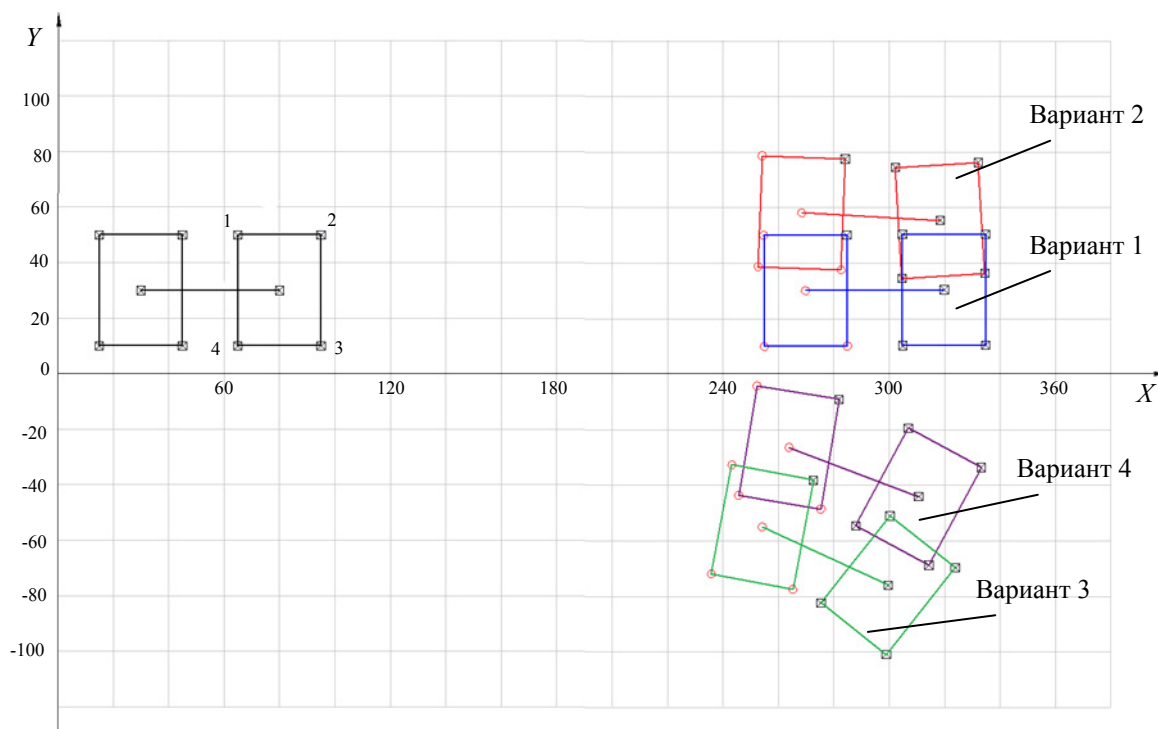


Рис. 3. Конечные положения после 80 циклов для двухсекционного робота.

#### 5. Заключение

Полученные результаты подтверждают возможность перемещения двухсекционного робота за счет согласованной работы приводов тормозных опор и привода изменения расстояния между центрами масс секций. Установлено, что последовательность торможения опорных стоек оказывает существенное влияние на позиционирование робота.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-21-00477, <https://rscf.ru/project/24-21-00477/>

#### Список литературы

1. Зенкевич С.А., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 400 с.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники / 3-е изд. С.Пб.: БХВ-Петербург, 2010. 359 с.

3. Бордюгов Д.В., Брискин Е.С., Шаронов Н.Г. Об управлении движением мобильного робота с двигателями, работающими на эффекте периодического заклинивания // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2023. № 4 (275). С. 23-28.