

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Кузбасский научный центр Сибирского отделения  
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова  
Кемеровское региональное отделение САН ВШ  
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский  
металлургический комбинат»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ  
И ПРОИЗВОДСТВЕ  
AS' 2017**

**ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
*(с международным участием)***

**Новокузнецк  
2017**

**С 409** Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 475 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

***Организации, поддержавшие конференцию:***

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),  
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),  
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),  
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк),  
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).

*Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581.*

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2017

3. С.А. Воротников Информационные устройства робототехнических систем. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.

4. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической системой: Учебное пособие для вузов / Каргинов Л.А., Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б. [и др.] М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 116 с.

5. Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/> (дата обращения: 22.12.2016).

6. Радионов А.А. Электрооборудование и электроавтоматика [Текст] / А.А. Радионов. – Магнитогорск, 2011. – 126 с.

## **О ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ШЕСТИНОГО РОБОТА**

**Добрынин А.С., Койнов Р.С., Андрианов О.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, Россия*

### *Синтез шагающих устройств на базе типовых элементов*

Пригодная для большинства практических случаев конструкция робота-шагохода должна обеспечивать требуемое движение по поверхности с заданной точностью и скоростью, а также передачу управляющих сигналов в режиме реального времени всем исполнительным механизмам (сервоприводам) ног. Отдельная нога робота должна предусматривать необходимое количество степеней свободы для комфортного движения. С другой стороны увеличение количества степеней свободы для ног приводит к росту размерности управляющего сигнала на каждую ногу и, как следствие, к росту вычислений в реальном масштабе времени, что требует в итоге более дорогой и высокопроизводительной микропроцессорной техники, а также скоростных каналов передачи данных. Конструкция ноги шагающего устройства может проектироваться по образу и подобию биологических ног млекопитающих или насекомых, что является разумным подходом с точки зрения затрат и эффективности для небольших бюджетных решений в области робототехники.

Подходы к управлению робототехническими устройствами рассматриваются в работах [1,2]. Важным аспектом проектирования контура передачи управляющего сигнала и принципиальных электрических схем является выбор способа управления робототехническим устройством [3,4]. Большое распространение получили типовые архитектуры робототехнических систем с дистанционным управлением. В качестве беспроводных стандартов передачи данных для дистанционного управления роботом можно выделить следующие технологии:

- 1) Цифровые технологии беспроводных сетей семейства Bluetooth 2.0, 3.0, 4.0 и выше;
- 2) Цифровые технологии беспроводных сетей семейства Ethernet, включая WiFi, WiMax (манчестерский код).
- 3) Аналоговое радио.

Существенное снижение затрат на проектирование и разработку шагающих устройств достигается за счет использования типовых электронных компонентов, микроконтроллеров и многофункциональных интегрированных электронных плат. В качестве возможных альтернативных вариантов могут использоваться решения интегрированной электроники на базе National Instruments (myRIO) [6] или Arduino (Uno, Leonardo, Mega) [5]. Фактически, типовые решения позволяют избавиться от большого количества проблем, связанных с отсутствием аппаратной и программной совместимости, а также значительно ускорить процессы разработки и выпуска готовых устройств, для конечного потребителя. Готовые аппаратно-программные решения должны обеспечивать требуемое быстроедействие при передаче данных, а также стабильность, безотказность и эффективность работы.

Рассмотрим архитектуру дистанционно управляемого шагающего устройства на базе

платформы Arduino Mega, с аппаратно реализованным UART-интерфейсом и возможностью подключения плат расширения. Компоненты решений для дистанционно управляемого шагающего робота представлены на рисунке 1.

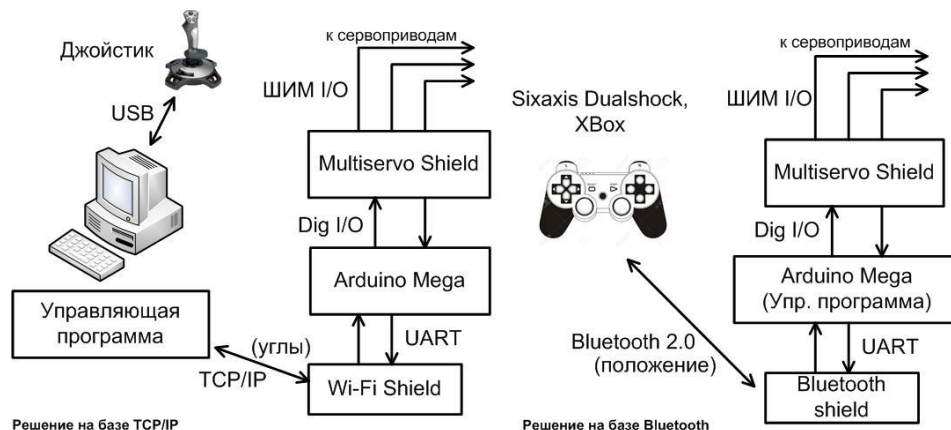


Рисунок 1 – Варианты решений для шагающих роботов

Получение данных контроллером Arduino [6] с плат расширения (Wi-Fi, Bluetooth) осуществляется последовательно (побайтно), с использованием аппаратно реализованных UART-интерфейсов с обеих сторон, для формирования множества управляющих ШИМ- сигналов с устранением “эффекта дрожания”. Также может использоваться модуль Multiservo Shield. Применение Wi-Fi модулей линейки ESP позволяет организовать передачу данных по правилам интернета с помощью стандартного интерфейса сокетов (взаимодействие “клиент-сервер”). Модуль может работать в режиме точки доступа и слушателя (listener). В этом случае необходимо дополнительно позаботиться о логике фильтрации служебного TCP трафика (SYN, ACK, RST) на стороне прошиваемого софта (скетча) контроллера Arduino. Полученные данные, положения углов всех сервоприводов, с отфильтрованной служебной информацией, могут передаваться непосредственно сервоприводам, фиксирующим положения ног при движении робота.

Использование беспроводного промышленного стандарта Bluetooth 2-4 позволяет устранить некоторые промежуточные звенья передачи данных, такие как планшет, нетбук или ноутбук с Wi-Fi адаптером. Bluetooth использует случайную частоту, о которой «договариваются» приемник и передатчик. Она изменяется несколько раз в секунду, что позволяет устранить коллизии, связанные с одновременной работой нескольких устройств в пределах действия радиогоризонта. Беспроводные игровые контроллеры для современных консолей от компаний Microsoft, Sixaxis передают информацию (нажатия кнопок и положения рычагов геймпада) по стандартам Bluetooth последнего поколения. Таким образом, информация передается непосредственно в контроллер Arduino через Bluetooth Shild, который общается с контроллером посредством аппаратного интерфейса UART. К недостаткам такого способа дистанционного управления роботом можно отнести необходимость реализации сложной управляющей логики движения в пространстве (x,y,z) на низкоуровневом языке программирования C, непосредственно в «железе».

Рассмотренные выше подходы, основанные на применении готовых решений и интегрированной электроники позволяют существенно сократить временные и финансовые затраты на создание прототипов шагающих роботов и промышленных образцов. Себестоимость малогабаритных устройств при этом может не превышать несколько десятков тысяч рублей.

*Постановки и решения задач оценки состояния покая и управления движением робота*

Рассмотрим конкретные частные постановки задачи управления движением робота в трехмерном пространстве (x,y,z). Для точного движения в пространстве может понадобиться карта местности (окрестности), которая реализуется в виде хэш-таблицы (словаря координат), с координатами выдающихся относительной некой группы базисов точками. Для про-

стоты, в постановках предполагаем, что робот передвигается ограниченно, по относительно ровной поверхности. Содержательно, механизм движения состоит из двух этапов. На первом этапе определяются координаты всех стоящих на поверхности ног робота (т.н. “задача покоя робота”), по конструктивным параметрам корпуса и отдельным отрезкам. Второй этап (т.н. “задача движения робота”) заключается в определении всех углов сервоприводов ног в фиксированном пространстве состояний конечного автомата. Таким образом, движение реализуется конечным автоматом (АТ), который проходит подмножество состояний, перемещаясь из точки  $\{x_0, y_0, z_0\}$  в точку  $\{x_1, y_1, z_1\}$ , выражение (1).

$$AT = \{ fr_1, fr_2, ..., fr_n \} \quad (1)$$

Конечный автомат, по сути, описывает множество конкретных состояний (векторов положений всех углов сервоприводов), которые необходимо пройти последовательно, чтобы выполнить один шаг полностью, включая движение корпуса. Назовем отдельное состояние фреймом (кадр)  $fr_i$ , который содержит такую важную информацию для движения, как положения углов сервоприводов, соответственно  $0 < i < n$ ; где  $n$  – количество отдельных состояний конечного автомата. Чем больше  $n$  – тем более «замысловатое» движение способен реализовать шагающий робот. Следует отметить важный факт, что определенные состояния могут быть достигнуты и обработаны в программном коде только при выполнении неких «сторожевых условий» (border expressions). Поворот может выполняться, только если пройдена ровно половина пути или в самом начале, или с определенной вероятностью, в какой-либо точке пути. Такую траекторию можно реализовать с помощью генератора случайных чисел. Фрейм имеет минимальную временную длительность, которая должна предусматривать необходимость полной отработки приращений всех углов сервоприводов аппаратно, с учетом их инерционности. Таким образом, продолжительность фрейма (состояния) должна быть достаточной, чтобы отработать изменения углов от текущего к новому заданному состоянию, которое задается положением манипулятора (джойстика, геймпада, рычага и т.д.),

$$fr = \{ T_{\min}, \overline{Angl}_{curr}, \overline{Angl}_{next} \} \quad (2)$$

где  $T_{\min}$  – минимальное время (время фрейма), которое необходимо для поворота сервоприводу,  $\overline{Angl}_{curr}, \overline{Angl}_{next}$  значения углов до и после поворота сервоприводов.

Робот может самостоятельно двигаться к заданной точке 1 пространства или (и) управляется манипулятором (рисунок 2).

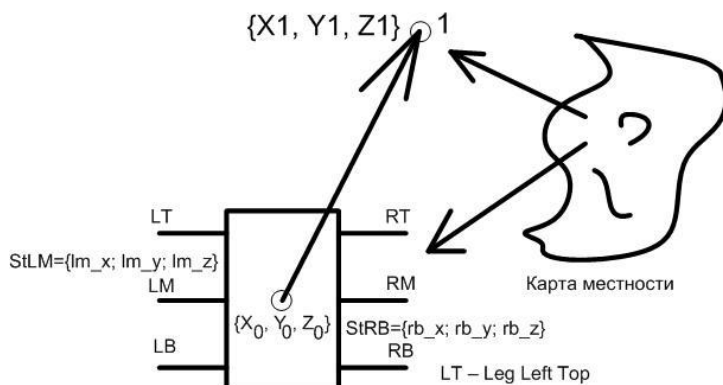


Рисунок 2 – Схема движения шагающего робота

Первый вариант предполагает наличие «условия останова», при достижении определенной погрешности  $\varepsilon$  положения координаты корпуса и заданной точки. Второй вариант позволяет задавать конечные точки с определенным приращением (вправо, влево) относительно текущих координат ног, см. рисунок 2.

Рассмотрим конструкцию робота с тремя степенями свободы. Первый сервопривод управляет положением ноги в плоскости  $XOY$ , крепится к нижней стенке корпуса. Следующие два сервопривода управляют положением ноги в плоскостях  $XOZ$ ,  $XOY$ . В геометрической интерпретации допустимые пространственные области перемещения ног представляют собой пересекающиеся сферы, внутри которых находятся все точки пространства состояний, ограниченные длиной вытянутой ноги (рисунок 3).

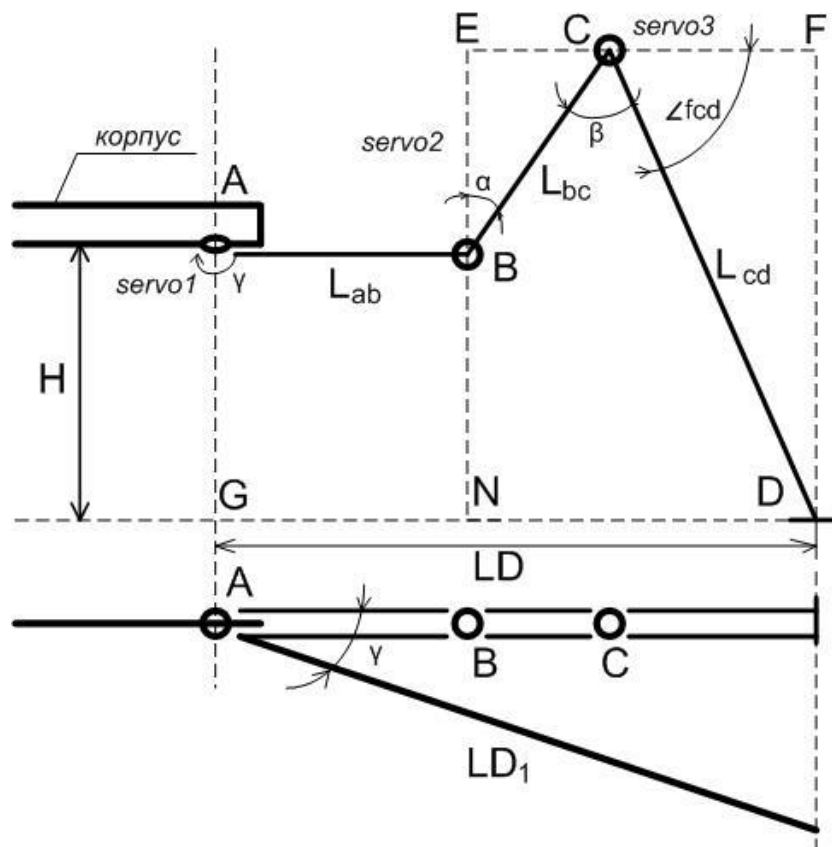


Рисунок 3 – Геометрия отдельной ноги робота (3DOF)

Рассмотрим две разновидности постановки задач оценки состояния покая. Первая разновидность предполагает определение координат  $x, y, z$  для всех ног (18 чисел), когда известны углы  $\alpha, \beta, \gamma$ . Такая постановка проста, логично и очевидна, поскольку робота необходимо первоначально поставить на ноги – то есть задать углы вручную.

Дано:

- 1) Координаты центра конструкции  $\{x_0, y_0, z_0\}$  или нулевая точка  $(0, 0, 0)$ .
- 2) Размеры корпуса, высота (front, side, h\_c).
- 3) Зазор или расстояние от краев до крепления ног (gap), полагаем его примерно одинаковым.

4) Длины участков ног между сервоприводами ( $L_{ab}, L_{bc}, L_{cd}$ ).

5) Начальные углы ног ( $\hat{\alpha}_0, \hat{\beta}_0, \hat{\gamma}_0$ ).

6) Шаг походки step или скорость передвижения.

Требуется:

- 1) Найти координаты всех ног, стоящих на поверхности ( $\hat{x}_d, \hat{y}_d, \hat{z}_d$ ).
- 2) Определить высоту конструкции  $H$  ( $H = NB$ ), как расстояние от поверхности до нижней точки поверхности корпуса.

Целевое условие:

Выполнение заданной точности определения координат.

Решение задачи достаточно просто, в проекциях на X0Y, X0Z и включает действие.

- 1)  $LD(GD) = AB + EC + CF$ . Угол  $FCD = 180 - (90 - \hat{\alpha}_0) - \hat{\beta}_0$ ;
- 2)  $LD(GD) = L_{ab} + L_{bc} * \sin(\hat{\alpha}_0) + L_{cd} * \cos(FCD)$ ;
- 3)  $LD1 = \text{SQRT}(LD^2 + \text{deltaY}^2)$ ;  $\text{deltaY} = \text{step}/2$  или  $\text{deltaY} = \text{step}$ ;
- 4)  $LD1 = \text{SQRT}(LD^2 + \text{step}^2)$ ;
- 5)  $x(LT) = X_c - \text{front}/2 - LD$  – координата x одной ноги;
- 6)  $x(RT) = X_c + \text{front}/2 + LD$  – координата x другой ноги;
- 7)  $y(LT) = Y_c - \text{side}/2 + \text{gap}$  – координата y одной ноги;
- 8)  $y(RB) = Y_c + \text{side}/2 - \text{gap}$  – координата y одной ноги;
- 9) и т.д.;
- 10)  $H = L_{cd} * \sin(FCD) - L_{bc} * \cos(\hat{\alpha}_0)$  – высота корпуса над поверхностью.

Вторая разновидность задачи оценки состояния покоя также предполагает определение координат всех ног робота в пространстве, когда вместо углов сгибов участков ног известно расстояние GD и высота конструкции над поверхностью H. Постановка позволяет учесть требование жестко заданной высоты корпуса при походке.

*Дано:*

- 1) Координаты центра конструкции  $\{x_0, y_0, z_0\}$  или нулевая точка (0,0,0).
- 2) Размеры корпуса (front, side, h\_c).
- 3) Зазор или расстояние от краев до крепления ног (gap), полагаем его примерно одинаковым.
- 4) Длины участков ног между сервоприводами ( $L_{ab}, L_{bc}, L_{cd}$ ).
- 5) Начальное значение угла  $\gamma$  и высота корпуса над поверхностью-H.
- 6) Расстояние GD.

*Требуется:*

- 1) Определить углы  $\alpha, \beta, \gamma$  для всех ног робота.
- 2) Найти координаты всех ног, стоящих на поверхности (x, y, z).

*Целевое условие:*

- 1) Выполнение заданной точности определения координат.
- 2) Выполнение заданной высоты  $H^* = H$  корпуса робота при реализации походки.

Решение задачи, в проекциях на X0Y, X0Z включает действия:

- 1)  $ND = GD - L_{ab}$ ;  $BD = \text{SQRT}(h^2 + ND^2)$ .
- 2)  $\beta = \arccos((L_{bc}^2 + L_{cd}^2 - BD^2) / (2 * L_{bc} * L_{cd}))$ ;
- 3)  $CBD = \arccos((BD^2 + BC^2 - CD^2) / (2 * BD * BC))$ ;
- 4)  $DBN = \arctan(ND/H)$ ;
- 5)  $\alpha = 180 - CBD - DBN$  – углы известны. Далее по аналогии с предыдущей задачей;
- 6)  $FCD = 180 - (90 - \alpha) - \beta$ ;
- 7)  $LD(GD) = L_{ab} + L_{bc} * \sin(\alpha) + L_{cd} * \cos(FCD)$ ;
- 8)  $LD1 = \text{SQRT}(LD^2 + \text{deltaY}^2)$ ;
- 9)  $LD1 = \text{SQRT}(LD^2 + \text{step}^2)$ ;
- 10)  $x(LT) = X_c - \text{front}/2 - LD$ ;
- 11)  $x(RT) = X_c + \text{front}/2 + LD$ ;
- 12)  $y(LT) = Y_c - \text{side}/2 + \text{gap}$ ;
- 13)  $y(RB) = Y_c + \text{side}/2 - \text{gap}$ ;
- 14) и т.д.

Рассмотрим в завершение вторую задачу управления движением робота. Которая является обратной задачей, когда по известным координатам ног на поверхности и приращением координат ног, необходимо найти углы положений сервоприводов. Содержательно, суть ее формулируется следующим образом. По известным координатам ног, стоящих на поверх-

ности (см. выше) и скорости движения робота (или шагу походки) найти углы поворотов всех сервоприводов для каждого фрейма конечного автомата. Такая постановка необходима на практике, для обеспечения плавности движения, поскольку резкие повороты исполнительных механизмов способны сломать конструкции или сбить робота с ног.

*Дано:*

- 1) Текущие координаты в пространстве всех ног робота ( $\hat{x}_d, \hat{y}_d, \hat{z}_d$ );
- 2) Скорость движения робота  $v$  или шаг походки  $st$ , как функция от скорости;
- 3) Продолжительность фрейма конечного автомата, в зависимости от технических характеристик исполнительных механизмов (сервоприводов);
- 4) Количество стадий (размерность  $n$ ) конечного автомата, в зависимости от реализуемого стиля походки робота.
- 5) Требуемая точность определения углов  $\alpha, \beta, \gamma$  всех ног.

*Требуется:*

- 1) Определить углы  $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  для всех ног каждой стадии конечного автомата.
- 2) Определить измененные координаты ног при завершении шага.

*Целевое условие:*

- 1) Выполнение заданной точности определения углов.

Представленная задача движения является обратной, по отношению к рассмотренным выше, поэтому ее решение здесь не приводится. Математически, решение представляет собой простые пространственные матричные преобразования, аналогичные операциям обработки графических 3D-моделей. Для упрощения программной реализации возможно использование готового функционала библиотек DirectX, DirectDraw компании Microsoft.

*Практическая реализация рассмотренных задач*

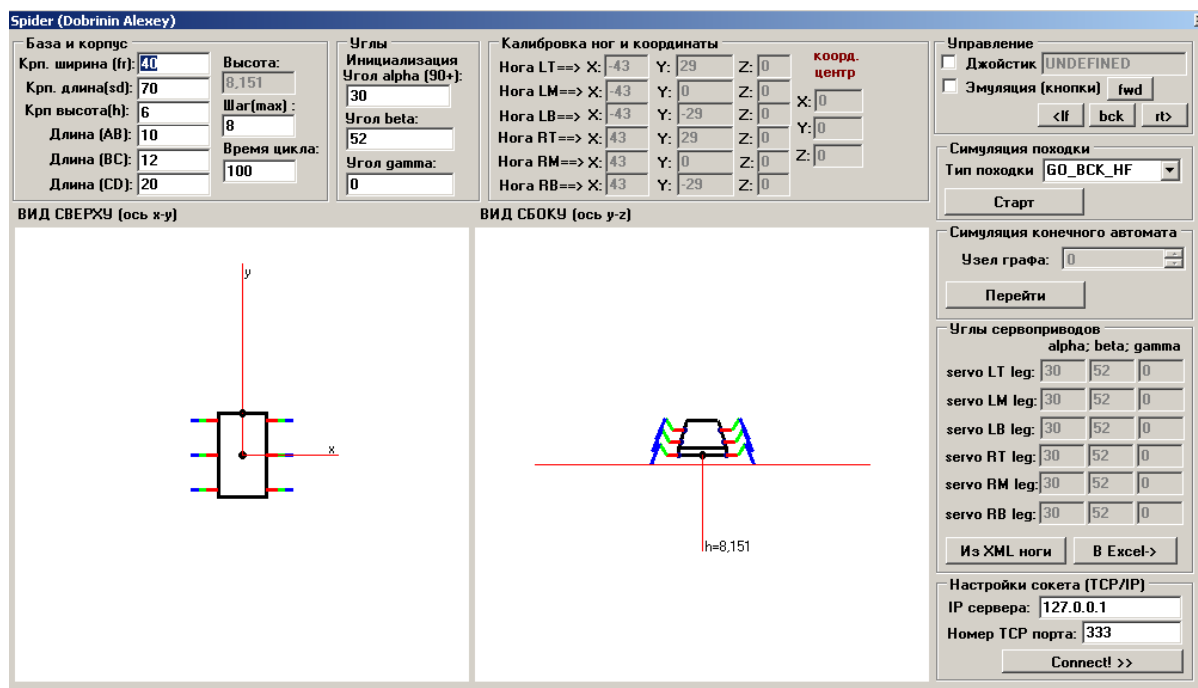


Рисунок 4 – Моделирующий комплекс робота – шагохода

Реализован программный комплекс моделирования поведения шагающих устройств на языке программирования C#, с использованием теории конечных автоматов. Комплекс может использоваться проектировщиками сложных шагающих устройств для формирования и передачи управляющих сигналов непосредственно устройствам с интегрированной электроникой с помощью интерфейсов TCP/IP, Bluetooth. Моделирующий комплекс позволяет

исследовать различные виды походок шестиногих роботов, проектировать сложные шагающие электронные механизмы.

Получены решения всех представленных задач. Предлагаемый подход опробован на практике и позволяет быстро создавать простые шагающие устройства для их применения в условиях относительно ровной поверхности.

Экранная форма разработанного приложения показана на рисунке 4.

Данная работа выполнена в рамках повышения квалификации по дисциплине “проектная деятельность”.

#### Библиографический список

1. В.А. Иванов, В.С. Медведев. Математические основы теории оптимального и логического управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 600 с.
2. С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов. – 2-е изд., исправ. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.– 480 с.
3. С.А. Воротников Информационные устройства робототехнических систем. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.
4. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической системой: Учебное пособие для вузов / Каргинов Л.А., Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б. [и др.] М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. 116 с.
5. Ардуино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.ru/> (дата обращения: 22.12.2016).
6. Радионов А.А. Электрооборудование и электроавтоматика [Текст] / А.А.Радионов.– Магнитогорск, 2011. – 126 с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ БЕЗЫНЕРЦИОННЫМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Михов Е.Д.

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

Идентификация многих стохастических объектов часто сводится к идентификации статических систем. Наиболее общая схема исследуемого дискретно-непрерывного процесса может быть представлена на нижеследующем рисунке [1, 2, 3]:

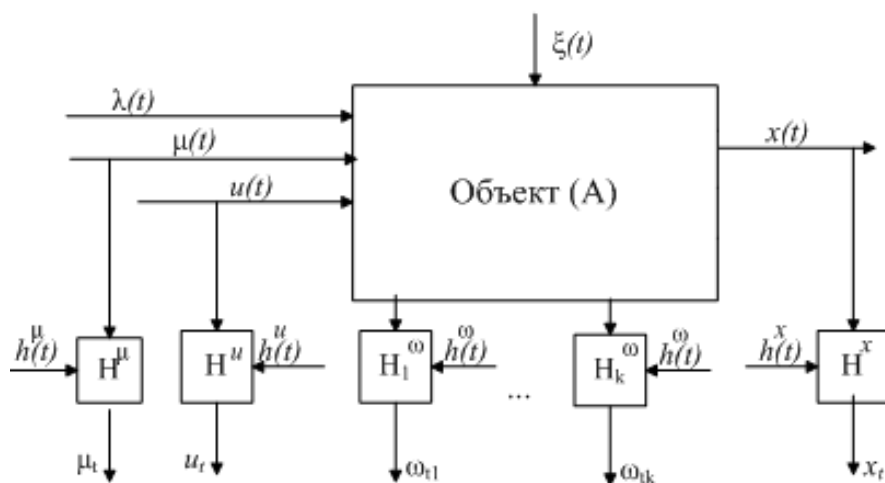


Рисунок 1 – Общая схема исследуемого процесса

На рисунке 1 приняты обозначения:  $A$  – неизвестный оператор объекта,  $x(t)$  –

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННЫХ СУБД ДЛЯ<br>ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ.....                                            | 408 |
| <b>Бычков А.Г.</b>                                                                                                                      |     |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРОДНОГО МАССИВА НА ОСНОВЕ<br>ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....                                                             | 411 |
| <b>Степанов Ю. А.</b>                                                                                                                   |     |
| К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ ШАГАЮЩИХ РОБОТОВ И ВЫБОРА<br>ВАРИАНТОВ ИХ ПОХОДКИ.....                                                             | 414 |
| <b>Добрынин А.С., Койнов Р.С., Кулаков С.М., Андрианов О.Н.</b>                                                                         |     |
| О ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ШЕСТИНОГО РОБОТА.....                                                                                    | 418 |
| <b>Добрынин А.С., Койнов Р.С., Андрианов О.Н.</b>                                                                                       |     |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ<br>В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ<br>БЕЗЫНЕРЦИОННЫМИ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ..... | 424 |
| <b>Михов Е.Д.</b>                                                                                                                       |     |
| ФИЗИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ ЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР.....                                                                                               | 429 |
| <b>Гусев С.С.</b>                                                                                                                       |     |
| ПОДСИСТЕМА СВЯЗИ КВАДРОКОПТЕРА НА ОСНОВЕ<br>ARDUINO И КОМПЬЮТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>РАДИОМОДУЛЯ NRF24L01+.....                         | 432 |
| <b>Дворянчиков М.В., Ляховец М.В.</b>                                                                                                   |     |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ<br>ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗВУКОВЫХ ВОЛН.....                                               | 435 |
| <b>Носков В.Ю., Пухов С.И., Трофимов П.Ю.</b>                                                                                           |     |
| АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИЙ ДАННЫХ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ<br>УРОВЕНЬ ДЕТСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....                                                           | 439 |
| <b>Киселева Т.В., Климентьева Е.В.</b>                                                                                                  |     |
| АУТСОРСИНГ И СТРАХОВАНИЕ КАК ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ<br>ОТ РИСКОВ ИТ-СЕРВИСОВ.....                                                                | 444 |
| <b>Киселева Т.В., Маслова Е.В.</b>                                                                                                      |     |
| ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА<br>С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....                                                                      | 449 |
| <b>Свитова А.М.</b>                                                                                                                     |     |
| ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ В КОНКУРСНЫЙ МЕХАНИЗМ<br>ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДА СОВОКУПНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ.....                                      | 452 |
| <b>Стрекалов С.В.</b>                                                                                                                   |     |
| ОБ АЛГОРИТМАХ РАСЧЕТА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА<br>(СКВОЗНОЙ ЭМИССИИ CO <sub>2</sub> ) МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ.....                          | 457 |
| <b>Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В.</b>                                                                                       |     |

Научное издание

# **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ AS' 2017**

**Труды XI Всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)  
14-16 декабря 2017 г.**

Под общей редакцией  
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,  
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 30.11.2017 г.  
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 27,6. Уч.-изд. л. 30,0. Тираж 300 экз. Заказ № 644

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.  
Издательский центр СибГИУ