

Рис.1. Граф быстрого дискретного косинусного преобразования.

В приведённом математическом обосновании быстрого ДКП для выборки длиной восемь элементов используется пять умножений на четыре множителя  $m_1 = \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \approx 0.7071$ ,  $m_2 = \cos\left(\frac{3\pi}{8}\right) \approx 0.3827$ ,  $m_3 = \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) - \cos\left(\frac{3\pi}{8}\right) \approx 0.5412$  и  $m_4 = \cos\left(\frac{\pi}{8}\right) + \cos\left(\frac{3\pi}{8}\right) \approx 1.3066$ . В 16-разрядной целочисленной арифметике для быстрого умножения на них по формуле ( $x \cdot d \gg 16$ ), где  $x$  – произвольное целое число,  $d$  – соответствующий для  $m$  множитель,  $\gg$  – операция поразрядного сдвига вправо, множителям  $m_1, m_2, m_3, m_4$  соответствуют числа  $d_1 = 46341, d_2 = 25080, d_3 = 35468, d_4 = 85627$ .

### Литература

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Гельфанд, И. М. Тригонометрия / И. М. Гельфанд, С. М. Львовский, А. Л. Тоом. – М.: МЦНМО, 2002. – 199 с.

УДК 621.382

### СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ШАГАЮЩЕГО РОБОТА В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ

студент гр. 10306115 Романова Н.Р.

*Научный руководитель – к.т.н., доцент Гулай А.В.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

#### Аннотация

Антропогенная система, сервоприводы, система управление, ультразвуковой датчик, плата Arduino.

Объектом разработки является антропогенная система на основе шагающих движителей с интеллектуальным управлением траектории движения.

Цель проекта: создание антропогенной системы.

В результате работы была разработана система антропогенный шагающий робот. Особенностью данной системы является автономное движение по траектории с анализом препятствий.

Проделанная работа предназначена для учебного процесса, как для школьников, так и для студентов.

### **Введение**

Целью данной работы является разработка антропогенного шагающего робота: разработка система управления в аппаратно-программной среде Arduino. Актуальность данной разработки состоит в том, что, с конца 19 века и по сей день, благодаря научно-техническому прогрессу, в нашу жизнь внедряются новые компьютерные и информационные технологии, способные думать и принимать решения самостоятельно, которые требуют вмешательства человека только при поломке, а иногда не требуют вовсе. Интерес к данным технологиям возрастает каждый день, как со стороны взрослых, так и со стороны детей, что является огромным преимуществом во внедрении новых идей. Детский взгляд на существующие системы помогает разработчикам реализовать немыслимые машины и системы.

Отличие этой системы от простого автоматического механизма в том, что при выполнении определенного действия механизм следует заранее заложенному в нем алгоритму, а антропогенная система способна воспринимать внешние сигналы и в соответствии с ними адаптировать свои действия. Таким образом, его взаимодействие с внешней средой становится более гибким, точным и универсальным.

Данная системы была разработана для демонстрации и обучения, как студентов, так и детей.

### **Выбор компонентов и реализация системы**

Антропогенный шагающий робот является прототипом роботизированных игрушек (рисунок 1).

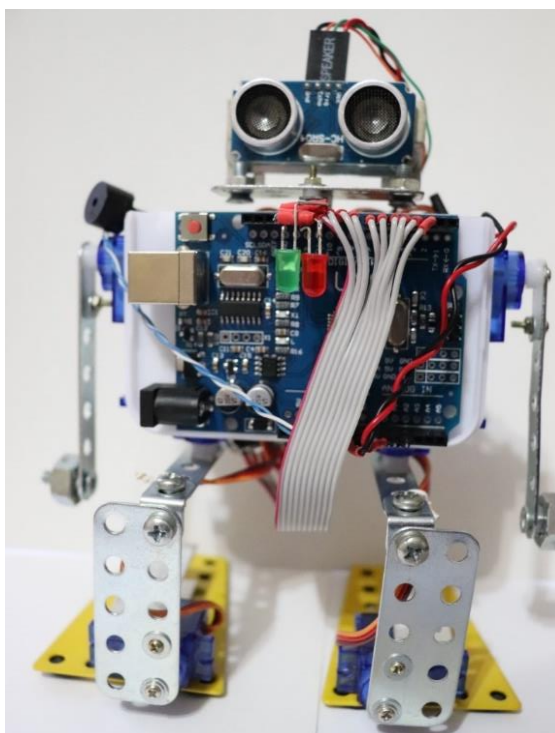


Рис.1. Антропогенный шагающий робот «FaithBot -1».

В данной системе используются следующие компоненты:

1. Плата – Arduino uno R3;
2. Сонар – Ультразвуковой датчик HC-SR04;
3. Сервоприводы – SG90, 7 штук
4. Светодиоды – 1 штатный на плате, 1 зеленый, 1 красный
5. Пьезодинамик;

6. Кнопка
7. Батарейка – ROBITON Alkaline Standart 6LR61 Крона ;
8. Металлический корпус.

### Конструкция шагающего робота

Самым главным преимуществом и главной задачей являлось научить робота ходить, чтобы это было не простым механизмом, когда игрушка стоит на левой ноге, проекция ее центра тяжести находится в затушеванной зоне (рисунок 2). При смене ног проекция центра тяжести по-прежнему остается в этой зоне. Вот почему игрушка не падает.

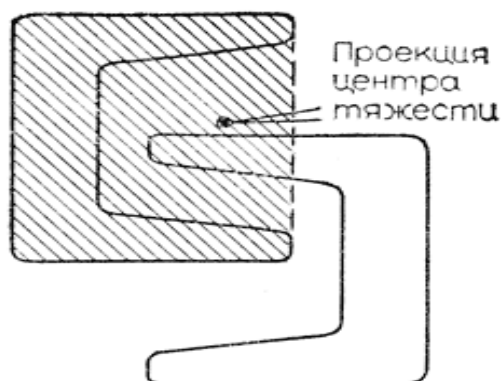


Рис.2. Принцип устойчивости.

А являлось прообразом хождения человека: при подъеме одной ноги робот не заваливался на другую сторону.

Изучение принципа прямохождения заключается в выявлении основных механизмов человеческого организма, с помощью которых реализуется возможность устойчивой ходьбы на двух ногах.

В США данные исследования проводились с помощью прибора, который в реальном масштабе времени имел возможность получать непосредственно траекторию движения источников света, прикрепленных к корпусу и суставам конечностей наблюдаемого объекта.

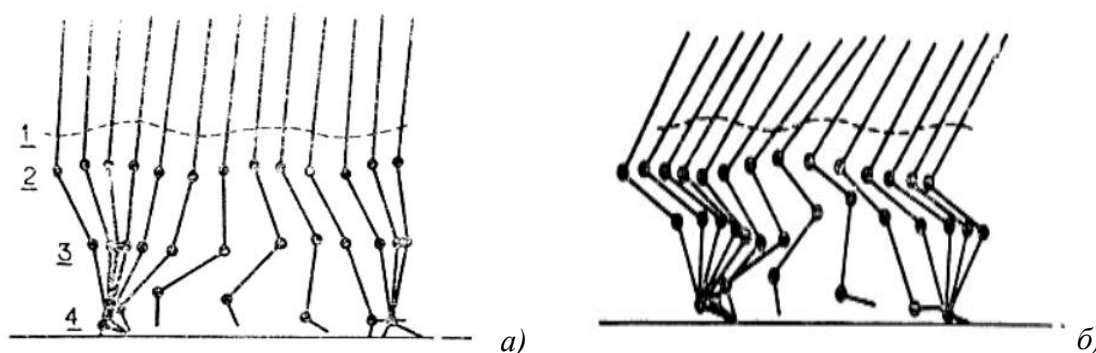


Рис. 3. Кинограммы работы ног человека (а) и работы конечностей шимпанзе при ходьбе (б). 1 - центр тяжести; 2 - бедренный сустав; 3 - коленный сустав; 4 - сустав стопы.

Шимпанзе перемещается только на задних лапах

В момент, когда одна из ног опускается на землю, другая нога отрывается от опорной поверхности и движется вперед по воздуху, оставив при этом вес всего тела на попечение первой, только что опустившейся ноги. Пока вторая нога удерживает тело и обеспечивает его балансировку, первая, продолжая энергично двигаться по воздуху,

вытягивается вперед и, закончив шаг, опускается на землю. Сразу после того, как вторая нога коснулась земли, первая нога, которая до этого момента была опорной, начинает приподниматься на носочек и, оттолкнувшись кончиками пальцев, быстро отрывается от опорной поверхности. При движении по воздуху эта нога вытягивается вперед и постепенно выпрямляется так, что стопа, коленный и бедренный суставы лежат практически на одной линии. Выпрямившись, первая нога начинает сжиматься до соприкосновения с опорной поверхностью. Опустившись на землю, она становится опорной, и весь цикл повторяется. Таким образом, реализация двуногой ходьбы связана с решением двух наиболее характерных задач. Во-первых, необходимо, чтобы в процессе ходьбы шагающий аппарат, не падая, мог в течение какого-то времени опираться на одну ногу. Во-вторых, алгоритмы управления стопой, коленным и бедренным суставами, а также углом наклона корпуса, которые обеспечивают то сохранение равновесия всей опирающейся на одну ногу конструкции, то энергичное выполнение шага, оказываются чрезвычайно сложными. Две указанные проблемы должны также решаться при проектировании любого двуногошагающего аппарата. Как правило, такой аппарат имеет очень сложную механическую конструкцию, состоящую из корпуса, бедренного и коленного суставов и стопы, причем каждый из суставов, стопа и угол наклона корпуса обычно управляются от своих независимых приводов.

Реализуя систему на трех и более конечностях, значительно облегчило задачу устойчивости, но размер робота при этом бы увеличился, так же как при использовании большого количества «суставов».

Для решения данной проблемы использовались большая площадь ступней робота и металлические руки с грузами.

Структурная схема представлена на рисунке 4:

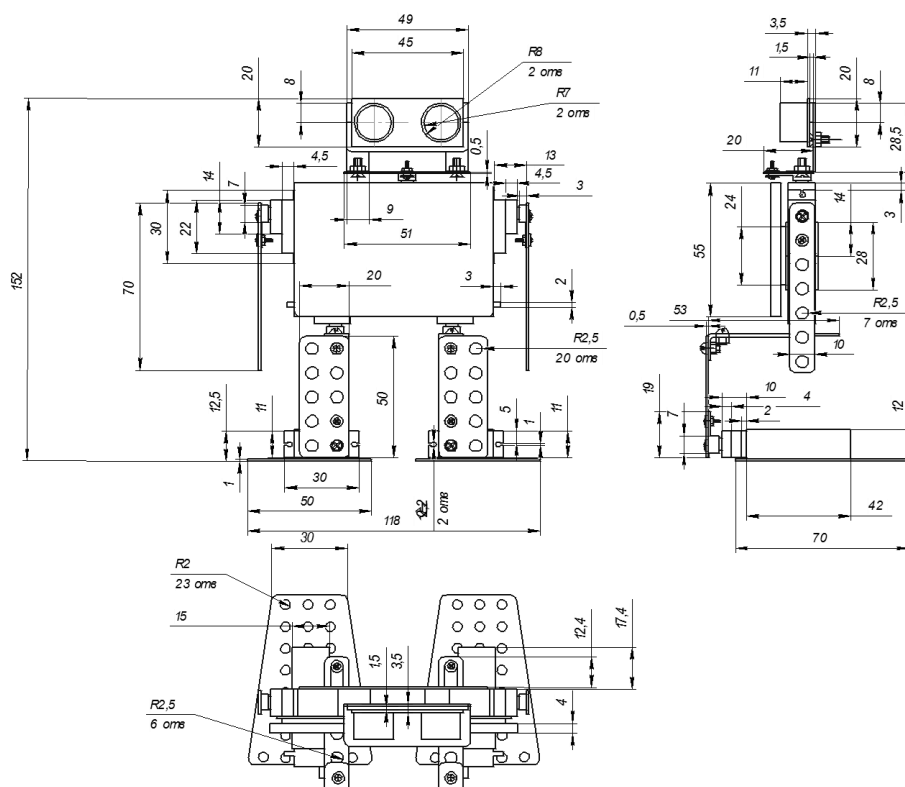


Рис.4. Структурная схема.

### Подключение компонентов к плате и программная реализация

Вторым главным преимуществом является простота подключения компонентов к плате Arduino Uno R3.

Подключение элементов к контактам показано на рисунке 5.

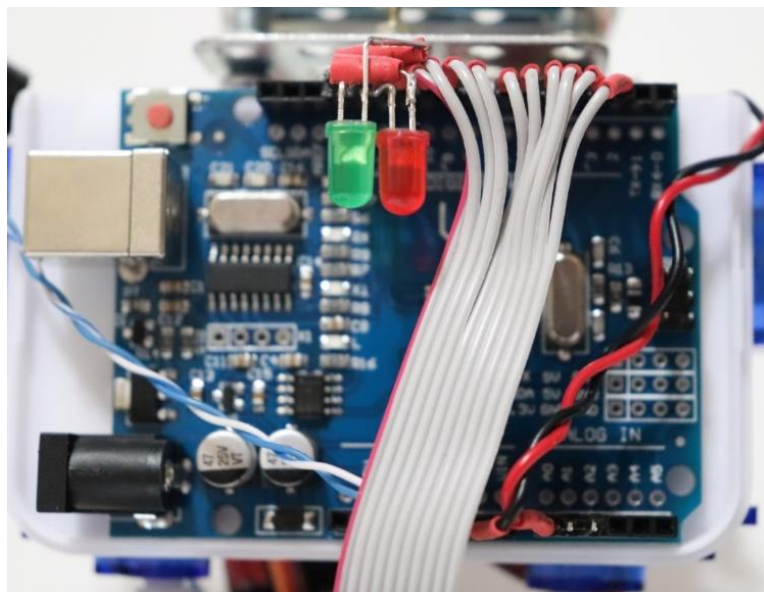


Рис.5. Подключение элементов к контактам.

Для подвода к шине использовался шлейф (рисунок 6).

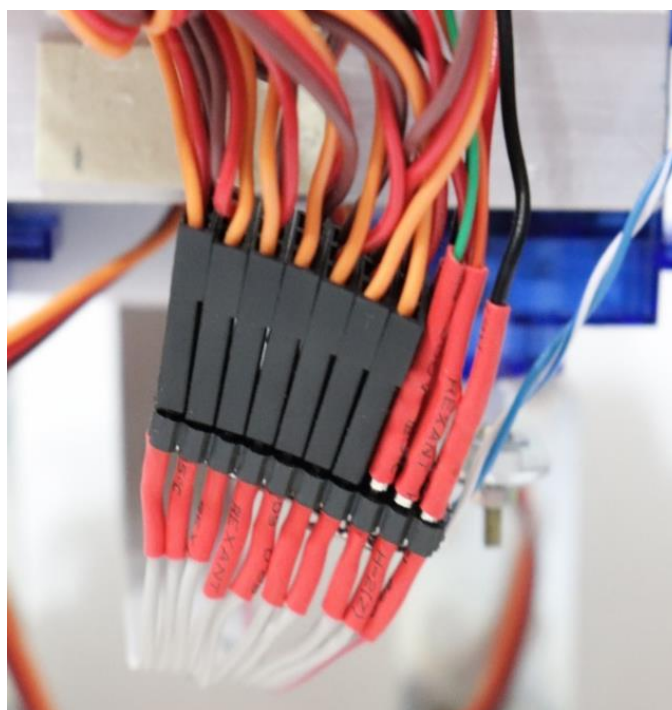


Рис. 6. Шина. Набор разъемов в линейку.

Одна линейка — это плюс (+) – синий провод, вторая линейка (-) – бело-синий провод, третья линейка – шлейф к пинам платы. Данное подключение проведено из-за большого количества устройств, а именно 7 сервоприводов, 1 ультразвукового датчика, 1 пьезодинамик.

Пьезодинамик установлен на 11 контакт и на GND платы.

Светодиоды с резисторами установлены на 12, 13 контакты и GND платы. Резисторы установили во избежание перегорание светодиодов.

На 13 контакте находится штатный светодиод платы.

Кнопка подключена к A0 контакту и GND платы.

Структурная схема подключения представлена на рисунке 7.

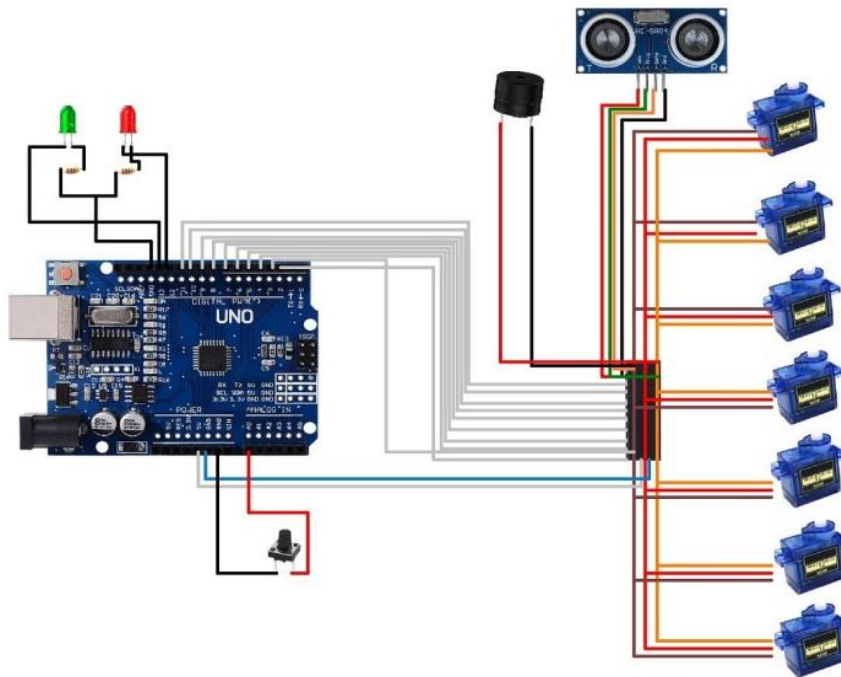


Рис.7. Схема подключения.

Алгоритм работы антропогенного шагающего робота представлен на рисунке 8.

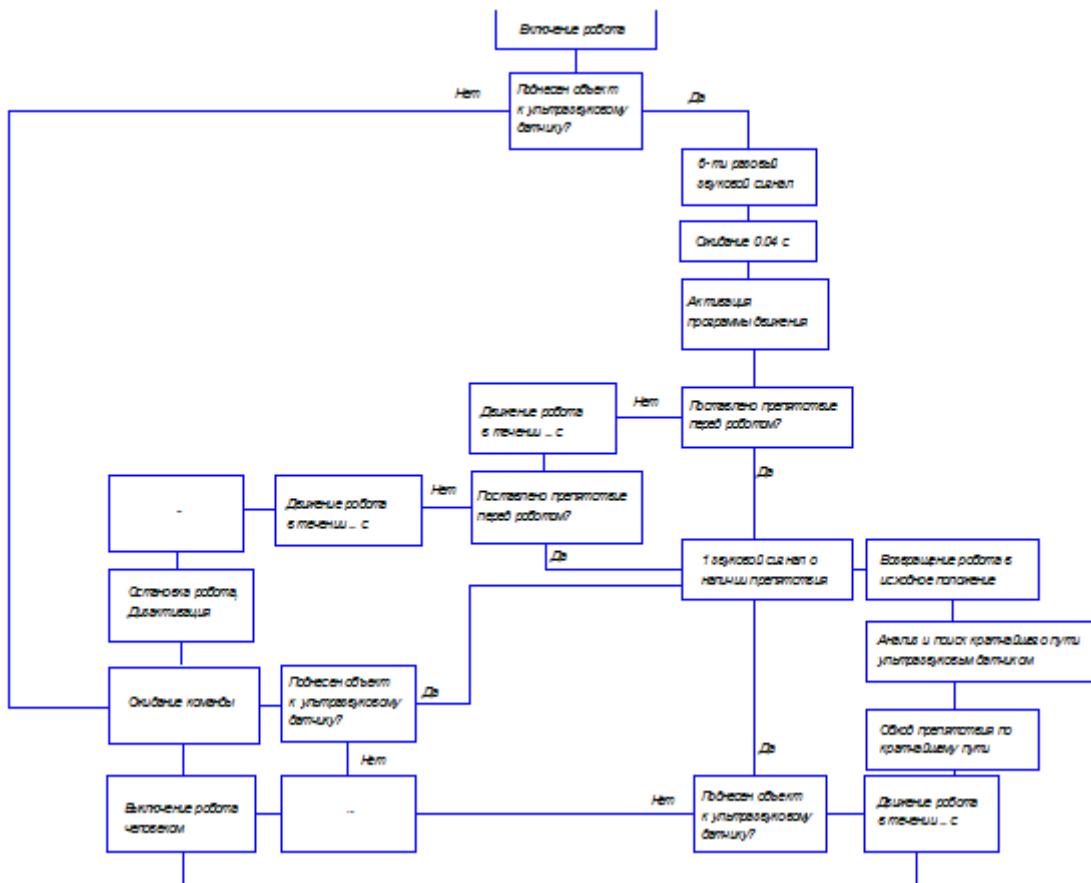


Рис.8. Алгоритм работы.