

МЕХАНИЗМ МЕТАНИЯ МЯЧЕЙ С СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО НАВЕДЕНИЯ НА ЦЕЛЬ

Вилкова Е.А.

Научный руководитель: Юдин А.В.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра ИУ-3, Москва, Россия

BALL THROWING MECHANISM WITH AUTOMATIC TARGETTING SYSTEM

Vilkova E.A.

Supervisor: Yudin A.V.

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Аннотация

В статье рассматривается задача по разработке универсального пускового механизма для мобильного робота. В рамках данной работы проведено исследование правил соревнования Eurobot 2014 и подробно рассмотрена общая постановка задачи. Сделана модель пускового механизма, управление которым осуществляется системой автоматического наведения на цель. В заключение проанализирована эффективность предложенного решения в области механики и электроники.

Abstract

The article considers a problem of engineering a universal releaser for a mobile robot. In this work we study rules of the competition Eurobot 2014 and discuss in detail a general problem definition. Model of the releaser, controlled by the system of automatic guidance on target, is made. In conclusion, an efficiency of the proposed solution in such fields as mechanics and electronics is analyzed.

Введение

На сегодняшний день важным развивающимся направлением в области роботехники является, так называемое, «интеллектуальное» управление мехатронными модулями. Суть происходящего заключается в том, что накопленный потенциал в сфере электроники находит применение во все большем количестве мехатронных устройств. Микроминиатюризация всех компонентов подобной системы позволяет реализовывать практически любую задумку разработчика. Недавним примером в сфере уменьшения размеров электронных систем может служить анонсированный компанией Intel компьютер Edison, созданный по технологии Quark. Имея размеры SD-карты это полноценный компьютер с возможностью беспроводной связи, позволяющий расширить направление носимой электроники и дающий толчок к появлению новых и интересных решений. [1]

В связи с возросшими техническими возможностями растет и возможность наделять устройства более «разумным» поведением – более развитыми и сложными алгоритмами, связывающими все возрастающее количество датчиков с не менее сложными в управлении исполнительными механизмами.

Таким образом, мехатронные технологии помогают отвечать таким современным требованиям к устройствам, как максимальная компактность конструкции, высокие скорости движения рабочих органов, «интеллектуальное» поведение системы, функционирующей в различных изменяющихся средах, способность системы к реконфигурации в зависимости от требуемых операций, надежность и безопасность функционирования.

Наиболее интересным для автора видится направление объединения мехатронных модулей в сложные системы и комплексы, допускающие быструю реконфигурацию, невысокую стоимость установки, настройки и обслуживания. Назначением мехатронных модулей движения является возможность управления движением (зачастую по одной координате). А совокупность таких узлов, скомбинированных в мехатронную систему, позволяют производить сложные многокоординатные управляемые перемещения.

Современные инженеры, конструируя устройства или сложные интегрированные системы, разбивают задачи на разные уровни. Это позволяет создавать различные элементы одного устройства параллельно, независимо друг от друга. Большинство таких элементов являются базовыми и решают стандартные задачи в различного рода проектах. Создание таких элементов отнимают у разработчиков много времени, которое можно было эффективно использовать для оптимизации механизмов. Разработчик, зная модуль с описанными правилами работы, достоинствами и недостатками, может интегрировать этот механизм в создаваемое устройство в первоначальном виде или с некоторыми изменениями, в зависимости от задач проекта.

Международные соревнования мобильных роботов Eurobot проводятся ежегодно с целью вовлечения юных инженеров в робототехнику. В рамках этого конкурса требуется создание робота, выполняющего определенные задачи. Исправный робот представляет собой интегрированную систему модулей, каждый из которых отвечает за свою функцию. Отдельные механизмы возможно использовать в последующие годы в рамках этого и других соревнований. В данной статье описан один из таких «интеллектуальных» мехатронных модулей.

Постановка задачи

Правила соревнований Eurobot [2] каждый год меняются, и появляются новые задачи, которые команды должны воплотить в своих роботах. В рамках сезона 2014 года перед участниками поставили 5 различных задач.

Одной из таких задач является стрельба снарядами с робота в мишень «мамонта». Механизм, установленный на роботе, должен быть направлен на цель и снаряды брошены точно в небольшую область мишени на вертикально расположенном щите. Всего на игровом поле в разных местах расположены две мишени, покрытые липучкой Velcro.

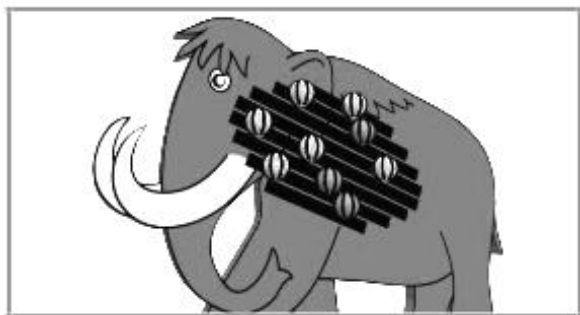


Рисунок 1 – Внешний вид мишени – «мамонта»

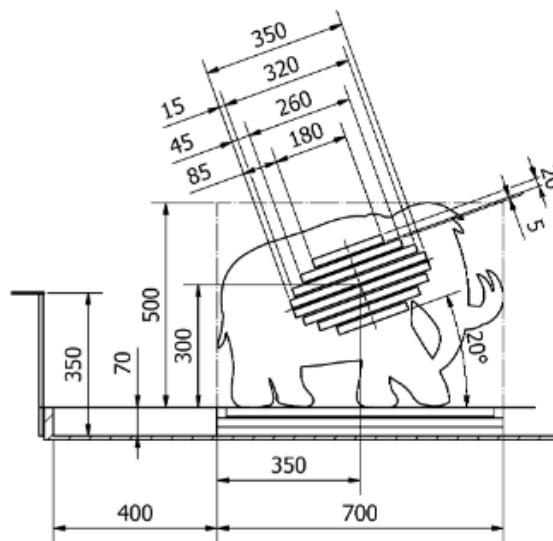


Рисунок 2 – Геометрические характеристики

По правилам соревнований снарядами служат 6 мячиков для настольного тенниса, покрытых липучкой Velcro. До начала матча все снаряды команды должны находиться на роботе для дальнейшего осуществления баллистического выстрела.

Соревнования Eurobot 2014 строго ограничивают участников в размерах робота в рабочем состоянии: периметр не более 1200 мм, а высота не более 350 мм. К тому же, система не должна повреждать робота соперников, мишени, игровую площадку, борт и другие элементы, находящиеся на поле. По правилам соревнований стоит учитывать ограничения на мощность систем, время работы батареи без подзарядки, длину используемых проводов и использование некоторых видов энергии.

Решение задачи в общем виде

В реализации мехатронного модуля первую и неотъемлемую часть занимает проработка механики. Проблема выбора пускового механизма для метания мячей была разрешена в пользу выстрела снаряда через дуло «пушки» (по аналогии с пушкой стреляющей ядрами или танковой пушки). Всем известно, что пушка является жесткой направляющей, позволяющей точно и просто управлять траекторией полета снаряда с помощью ее поворота.

Ниже на Рис. 3 представлен последний прототип созданного пускового механизма. Ранее были созданы 2 модели пушек упрощенного типа, необходимые для проведения экспериментов и доводке отдельных элементов системы.

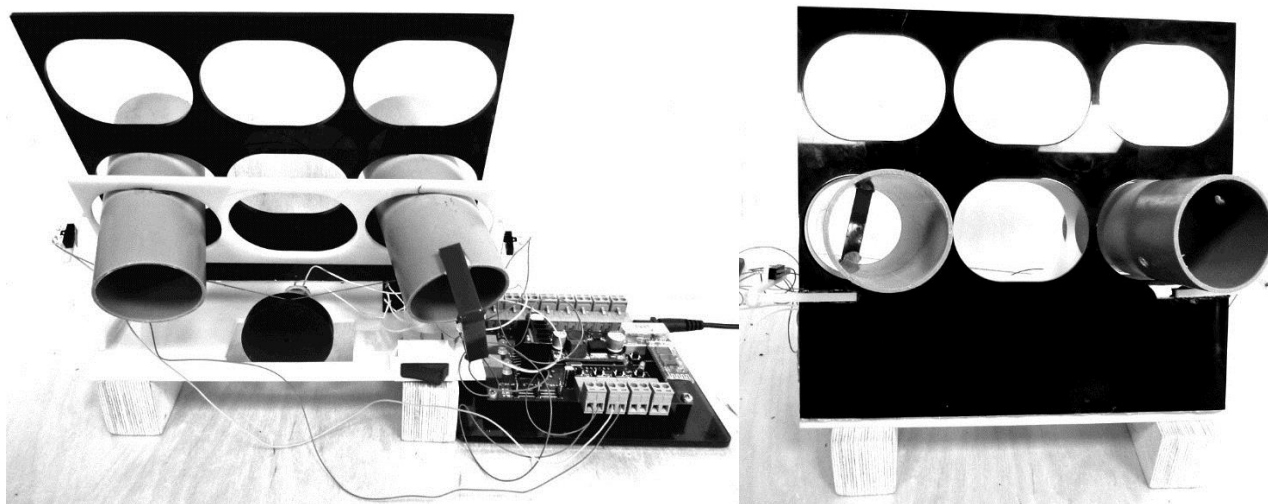


Рисунок 3 – прототип пускового механизма

Стоит отметить, что данная статья посвящена созданию мехатронного модуля, являющегося одним из элементов сложной системы. Именно поэтому мы рассматриваем наш механизм относительно существующего робота с другими элементами, системой движения и управления.

Следующим этапом реализации модуля является проработка электроники и системы автономного управления. Для этого необходимо выбрать архитектуру системы, состоящую из отдельных узлов, каждый из которых выполняет строго определенную функцию. Успех создания механизма видится в уменьшении количества узлов в системе без потери функциональности. Тогда созданный модуль будет наиболее простым, надежным, эффективным и универсальным. Структурная схема модуля представлена на Рис. 4.



Рисунок 4 – структурная схема модуля

Разработанный механизм можно разделить на 2 части или «этажа», каждый из которых содержит: систему из 3 труб, управляемую двигателем, 2 датчика-концевика и систему пуска мячиков, управляемую двигателем. Обе части конструктивно идентичны.

МИШЕНЬ1,2 – представляют собой элементы внешней среды и являются целью, которую должны достичь снаряды.

КАМЕРА – установлена на передней части робота для нахождения МИШЕНЕЙ. Она передает кадры на микроконтроллер МК.

МК – микроконтроллер, управляет всем механизмом.

ДАТЧИК1,2 – парные датчики-концевики для 1 и 2 этажа механизма, которые подают сигнал на МК в случае максимального отклонения труб от начального положения. Функция – повысить экономию энергии и безопасность системы за счет отключения двигателей, когда их работа не требуется, и вычислить время движения до амплитудных значений.

ДВИГАТЕЛИ1,2 – двигатели 1 и 2 этажа мехатронного модуля, управляемые МК, которые позволяют направить трубы в нужном направлении.

СПУСК1,2 – пусковые механизмы для 1 и 2 этажа механизма, управляемые МК. Они состоят в том числе и из двигателей, которые приводят снаряды в движение.

Математические расчеты по применимости

В результате разработки модели пускового механизма стало необходимым проверить возможность применимости данного модуля в рамках соревнований Eurobot 2014. В данной статье описывается только один элемент, размеры которого 210 мм x 110 мм x 200 мм. По условию соревнований есть строгие ограничения на размеры всей системы. В исследовательских целях учитывается оптимальный по мнению автора размер робота (точная конфигурация робота зависит от многих факторов и может меняться до фиксации окончательной компоновки всех механизмов на его борту). Максимальная высота прописана в правилах (350 мм), а, зная предельный периметр поверхности, предположим, что в основании робота лежит квадрат со стороной 300 мм.

В пусковом механизме был на практике определен максимальный поворот направляющих труб, угол определяет возможность поражения мишеней механизмом. Наибольшее возможное отклонение от первоначального положения в каждую сторону составляет приблизительно 30 град. Помимо направления большую роль играет дальность полета снаряда. Эксперименты по метанию теннисного мячика из труб дали среднее значение полета, заключенное в размерах от 1000 мм до 1500 мм. На основании идеальных предельных значений и принятых габаритах робота проанализирована применимость данного модуля в системе в рамках соревнования Eurobot 2014. На Рис. 5 изображено игровое поле, на котором идет матч соревнований (вид сверху).

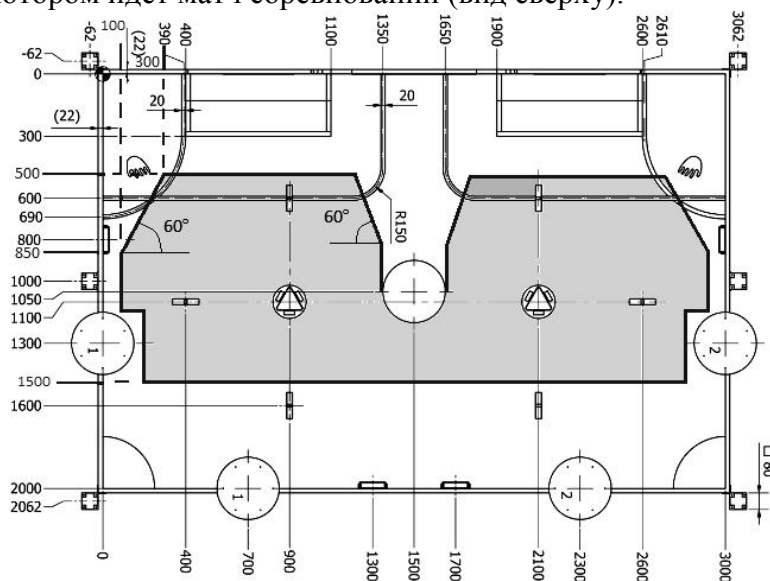


Рис. 5 – игровое поле матча (вид сверху)

Выделенная темно-серая область показывает наиболее выгодное положение робота для выстрела в мишени.

Реверсивное движение

Управление выстрелом осуществляется механизмом поворота труб на необходимый угол. Поворот должен осуществляться в две стороны. Используется двигатель постоянного тока. Чтобы осуществить вращение вала двигателя как в прямом, так и в обратном направлении, необходимо поменять полярность питания двигателя. Было решено создать схему, обеспечивающую реверсивное движение механизма наведения пушки. Эту задачу получилось осуществить с помощью 2 реле Song Chuan 793-P-1C, схема которых представлена на Рис. 6.

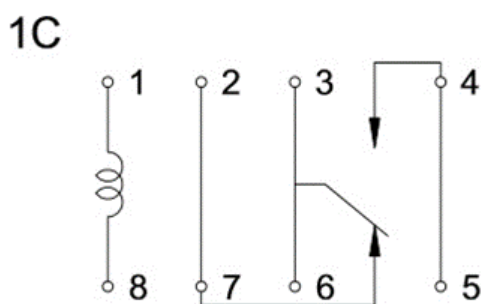


Рисунок 6 – схема реле

В начальном положении схема работает в последовательности 2-7-3-6. При подаче напряжения через катушку 1-8 ток идет в последовательности 3-6-4-5. Используя это свойство, была спаяна электронная схема, позволяющая осуществить реверсивное движение. Схема решения данной задачи представлена на Рис. 7.

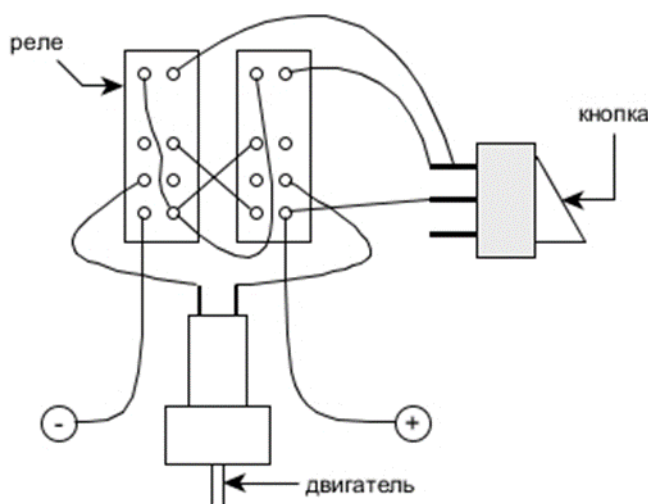


Рисунок 7 – схема осуществления реверсивного движения механизма наведения

Автоматическое наведение на цель

Для управления пусковым механизмом была выбрана плата управления Oktopod Studio [4], разработанная сербской командой участников соревнований Eurobot одного из предыдущих лет.

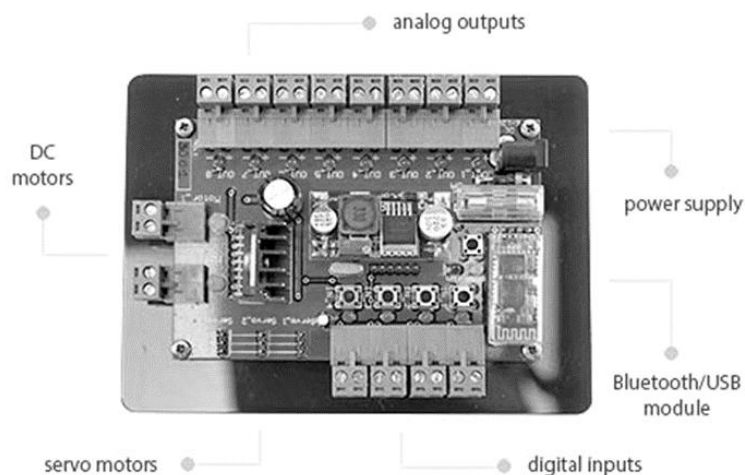


Рисунок 8 – плата управления Oktopod Studio

Опишем алгоритм работы системы управления: датчик-камера распознает внешнюю среду и с помощью вычислителя передает информацию на плату. Oktopod Studio, получает координаты мишеней и управляет наведением пушки 1 и 2 этажей, в качестве меры безопасности, в случае срабатывания датчика-концевика (ограничителя перемещения труб) прекращает работу соответствующего двигателя. По готовности плата включает привод выстрела, и снаряд достигает желаемой цели. Подробный алгоритм решения задачи представлен на Рис. 9.

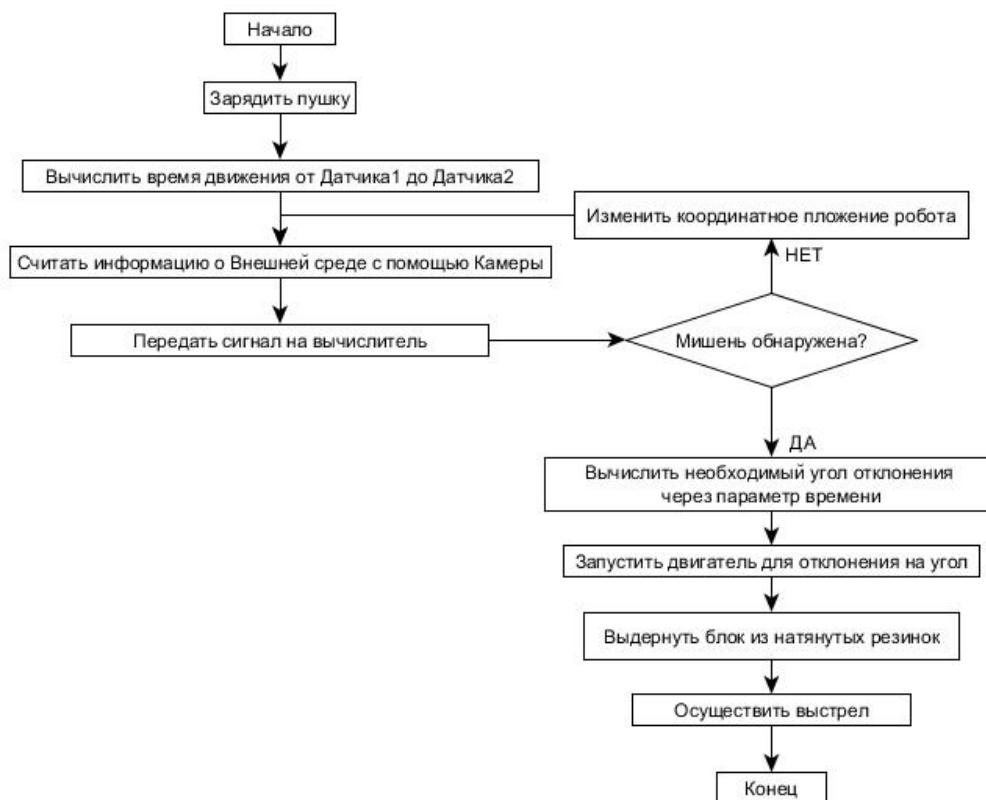


Рисунок 9 – алгоритм работы модуля

С помощью программного обеспечения Oktopod Control - Software Instalation и Bluetooth-модуля осуществляется контроль и наладка пускового механизма. Достоинством данной платы является возможность управления мехатронным модулем в режиме онлайн (Рис. 10) или с помощью заранее заданной программы, которую в дальнейшем можно загрузить в память платы (Рис. 11).

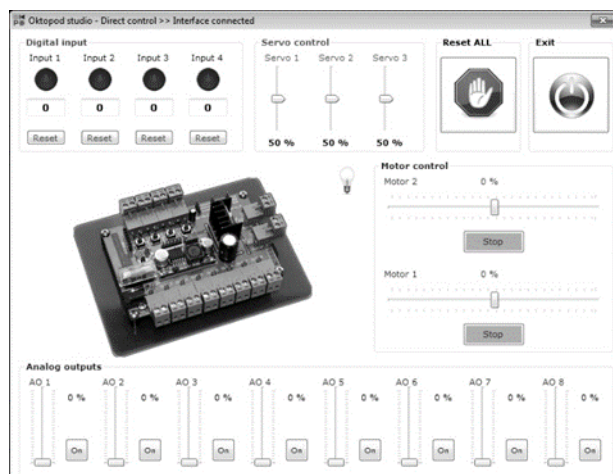


Рисунок 10 – интерфейс онлайн управления (онлайн-отладка)

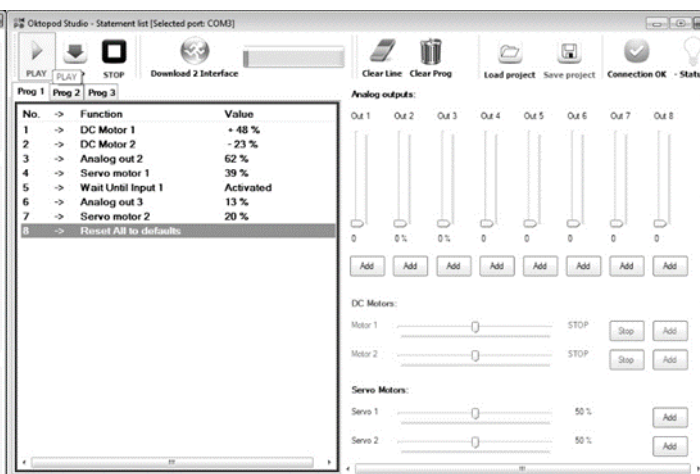


Рисунок 11 – интерфейс программы управления (задание оффлайн-программы)

Система выстрела для снарядов

После того, как пушка направлена по требуемой траектории, необходимым остается только осуществить выстрел снарядов. Запуск мячиков происходит по 1 разу для каждого этажа пускового механизма. Перед каждым матчем соревнований участники должны самостоятельно зарядить пушку, натянув для каждого снаряда резинку на трубе. В момент выстрела подключенные к микроконтроллеру двигатели, не зависящие от двигателей наведения пушки, выдергивают держащие резинки чеки и снаряды вылетают с достаточной скоростью, для того, чтобы попасть в мишень. Выстрел осуществляется за 1 матч однократно, так как по условиям конкурса максимальное количество снарядов – 6 штук.

Заключение

Создание такого рода мехатронных модулей позволяет уменьшить время и трудоемкость осуществления проектов, что ведет к снижению стоимости изготавливаемого продукта, а значит увеличивает его спрос и конкурентоспособность на рынке. На сегодняшний день важным направлением в робототехнике и проектировании является создание базы универсальных механизмов, которые можно использовать во многих проектах.

Технология создания мехатронных модулей, которая была освоена в процессе создания описываемой системы позволяет реализовать практически любой прототип для отработки идей конструирования успешного устройства, как для соревновательных целей Eurobot, так и для более серьезных коммерческих проектов. Технология отличается особым взглядом на командную работу и позволяет разработчикам более эффективно тратить время на разработку персональных мини-проектов, что позволяет в конечном итоге получить несколько хорошо отлаженных и описанных модулей для отработки конкретных задач мобильного робота.

В рамках данной работы был разработан пусковой механизм с системой автоматического наведения на цель. В проектировании использовались наиболее простые схемы и конструкции. Но задача разработки не ограничивается созданием одной модели, потому что необходимо исследовать различные стороны работы механизма, выявлять достоинства и недостатки, исправлять ошибки и повышать эффективность и надежность системы. Перспективна развития этой работы велика, чтобы в конце концов получить конечный вариант автономного пускового механизма с системой автоматического наведения на цель, удовлетворяющего конкурсу Eurobot и другим проектам и соревнованиям.

Литература

1. Intel® Edison Development Board. Электронный ресурс, Режим доступа: <http://www.intel.com/content/www/us/en/do-it-yourself/edison.html> – Проверено 31.01.2014.
2. International Students Robotic Contest Eurobot 2014. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.eurobot.org/>, <http://www.eurobot-russia.org/home> — Проверено 31.01.2014.
3. Eurobot Junior 2014 Rules: «Prehistobot». Правила представлены на английском языке, 2013. — 36 с. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.eurobot.org/attachments/article/2/Eurobot2014_Rules_EN_Final_Version.pdf — Проверено 31.01.2014.
4. Open source development platform Oktopod Studio. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.oktopodstudio.com/> — Проверено 31.01.2014.
5. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование: Учебное пособие. — М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. — 360с.: ил.
6. Реле Song Chuan 793. Электронный носитель. Режим доступа: <http://lib.chipdip.ru/775/DOC000775255.pdf> — Проверено 31.01.2014.
7. Е.И. Забудский. Электрические машины. Ч. 4. Машины постоянного тока: Учебное пособие. — М.: МГАУ, кафедра Электроснабжение и Электрические машины, 2009. – 217 с.: ил.
8. А.Е.Аверьянихин, А.И.Власов, Л.В.Журавлева, Л.А.Зинченко, В.А.Соловьев ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА для оформления конструкторско-технологической документации при выполнении домашних заданий, курсовых работ и проектов / под ред. В.А.Шахнова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 53 с.: ил.