

УСТРОЙСТВО АВТОФОКУСИРОВКИ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ СТАНКА ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

Кириленко В.Д.

Научный руководитель: Юдин А.В.

ГБПОУ «Воробьёвы горы», Центр Технического Образования, Москва, Россия.
НИТУ МИСиС, Учебно-производственный центр «ARTCAD», Москва, Россия.

LASER BEAM AUTOFOCUSING DEVICE FOR MODIFICATION OF LASER CUTTER MACHINE

Kirilenko V.D.

Supervisor: Yudin A.V.

State budget vocational and educational institution "Vorobyovi Gori", Centre of Technical
Education, Moscow, Russia.

NUST MISiS, Training and production center "ARTCAD", Moscow, Russia.

Аннотация

В статье рассматриваются режущие свойства лазера. Подробно исследована возможность динамического изменения фокусировки лазера во время работы. Кратко представлен процесс изучения фокуса лазера. В заключении представлены рекомендации по использованию дальнометров.

Abstract

The article deals with the properties of laser cutting. studied in detail the ability to dynamically change the focus of the laser during operation. Briefly presented the process of setting the laser focus. In conclusion, recommendations on the use of range finders.

Введение

При работе на лазерном резке часто возникает проблема перенастройки фокуса лазера после смены материала. Особых усилий это не требует, но автоматическая настройка прямо во время работы сильно сократит общее время на вырезание детали. Эта возможность становится особенно актуальна в условиях работы в общедоступной или учебной лаборатории, где количество пользователей станка, т. е. одновременно исполняемых проектов велико.

Сейчас задача настройки фокуса решается двумя основными способами:

1. с помощью специально вырезанного уголка, задающего фокусное расстояние лазера;
2. при помощи посторонних съемных приборов, механическим контактом определяющих фокусное расстояние до поверхности материала.

Автор предлагает решение, при котором настройка будет происходить автоматически, быстро и незаметно для пользователя во время работы станка лазерной резки, что позволит упростить процедуру настройки станка, а также вырезать за один раз несколько деталей из разных материалов.

Цель данного проекта состоит в создании устройства, использующего лазерное излучение для разрезания материалов, таких как бумага, поролон, а при использовании штатных мощных лазеров для станков лазерной резки и прочих материалов, используя при этом самодельную (DIY) электронику. Отличительной особенностью данной разработки является возможность динамического изменения фокусировки лазерного излучения и программного управления ею.

Применение разработка может найти как в лабораториях цифрового производства в качестве удобного рабочего инструмента, автоматически выставляющего фокусировку лазера

точно под материал, так и в учебном классе, как установка для изучения принципов лазерной резки и систем управления узлами станка.

Для изготовления устройства использовались станки современной лаборатории цифрового производства¹: 3Д-принтер, станок лазерной резки и прецизионный фрезерный станок.

1 Общее описание системы, принципов работы и используемых технологий

Во всех лазерных резаках установлен лазер без регулируемой фокусировки (вместо этого за счет подвижного стола изменяется расстояние до плоскости резания в зависимости от толщины материала). В рамках проекта автор предлагает использовать лазер с изменяемым фокусным расстоянием. В работе представлены результаты исследования лазерного излучателя (рис.1).

В программной части проекта автор использует язык программирования C++. Он широко используется для разработки программного обеспечения, являясь одним из самых популярных языков программирования. Область его применения включает создание операционных систем, разнообразных прикладных программ, драйверов устройств, приложений для встраиваемых систем, высокопроизводительных серверов, а также развлекательных приложений (игр). Использование компилятора AVR-GCC позволяет программировать встраиваемую электронику на базе платы Arduino.

В представляемом устройстве используется контроллер ATmega32U4, поскольку он компактный, легко доступен, легко подключается и прошивается на компьютере и хорошо работает с периферийными устройствами, необходимыми для работы устройства автофокусировки: ультразвуковой (УЗ) дальномер, серво-мотор.

Контроллер рассчитывает расстояние до предмета с помощью УЗ дальномера HC-SR04 и подает сигнал управления на поворот фокусирующей линзы с помощью серво-машинки.

Плоские чертежи для изготовления деталей устройства были разработаны в САПР Solvespace [2]. Непосредственно для резки чертежи преобразовывались в формат, нужный для конкретного станка лазерной резки.

3D-моделирование лазера произведено в САПР SolidWorks. В качестве объекта моделирования был выбран лазер мощностью в 5W и регулируемой фокусировкой (таб. 1). На рис. 1 представлена модель лазера и реальный прототип модели.

Таблица 1 – характеристики лазерного излучателя

№	Параметр	Значение
1	Модель	B017
2	Материал корпуса	Алюминий
3	Питание	Пост. напряжение, 3.7В x 2, аккумуляторная батарея
4	Время непрерывной работы	~ 1 ч.
5	Мощность излучателя	~ 5Вт
6	Диапазон фокусировки	1 – 500 см
7	Длина волны излучателя	445-450 нм
8	Начало работы с момента старта системы	≤ 3 с.
9	Габаритные размеры	38 x 38 x 135 мм

¹Автор благодарит лаборатории Центра Технического Образования ГБПОУ "Воробьевы горы" и Учебно-производственного центра "ARTCAD" НИТУ МИСиС за возможность работы на современном оборудовании при работе над проектом!

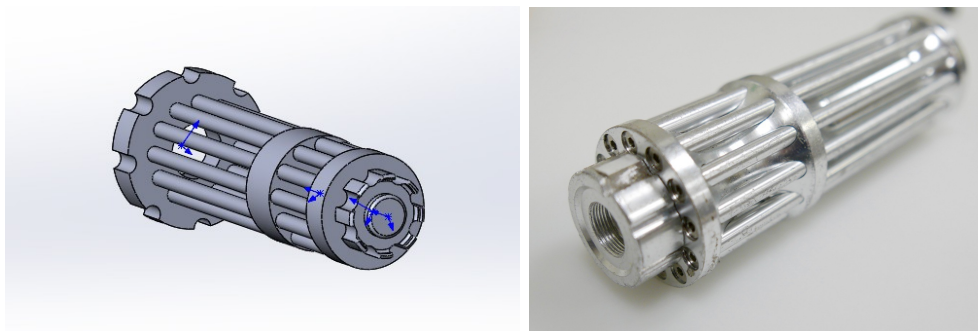


Рисунок 1 – 3Д-модель корпуса лазерного излучателя и реальный прототип модели

2 Исследовательская часть

Заявленный в документации на лазерный излучатель диапазон фокусировки в условиях стандартного применения для лазерной резки является избыточным. Автор проводил замеры необходимого вращения колеса фокусировки линзы лазерного излучателя в пределах от 5 до 16 см над поверхностью резания. Для фокусировки лазерного луча в этих пределах потребовалось лишь незначительно повернуть колесо фокусировки (см. рис. 2).



Рисунок 2 – измерение угла поворота линзы при фокусировании

Измерения проводились при включенном лазере на материале типа бумага (рис. 3). Хорошо сфокусированный пучок лазерного излучения давал четкую, не размытую картинку рисунка.



Рисунок 3 – проведение измерения фокусного расстояния в рабочем режиме резания

3 Описание разработанного устройства и управляющей подсистемы

Для целей реализации описываемого проекта была разработана структура устройства автофокусировки пучка лазерного излучения, которая представлена на рис. 4. В верхней части рисунка представлен вид 2х координатного стола типичного станка лазерной резки. Разрабатываемое устройство (3) приводится в движение шаговыми двигателями 1 и 2. Обработываемый материал располагается на столе 4. Один из наиболее простых и доступных примеров 2х координатного стола приведен на рис. 8.

В нижней части рис. 4 располагается схема самого устройства фокусировки с указанием положений всех необходимых в работе узлов.

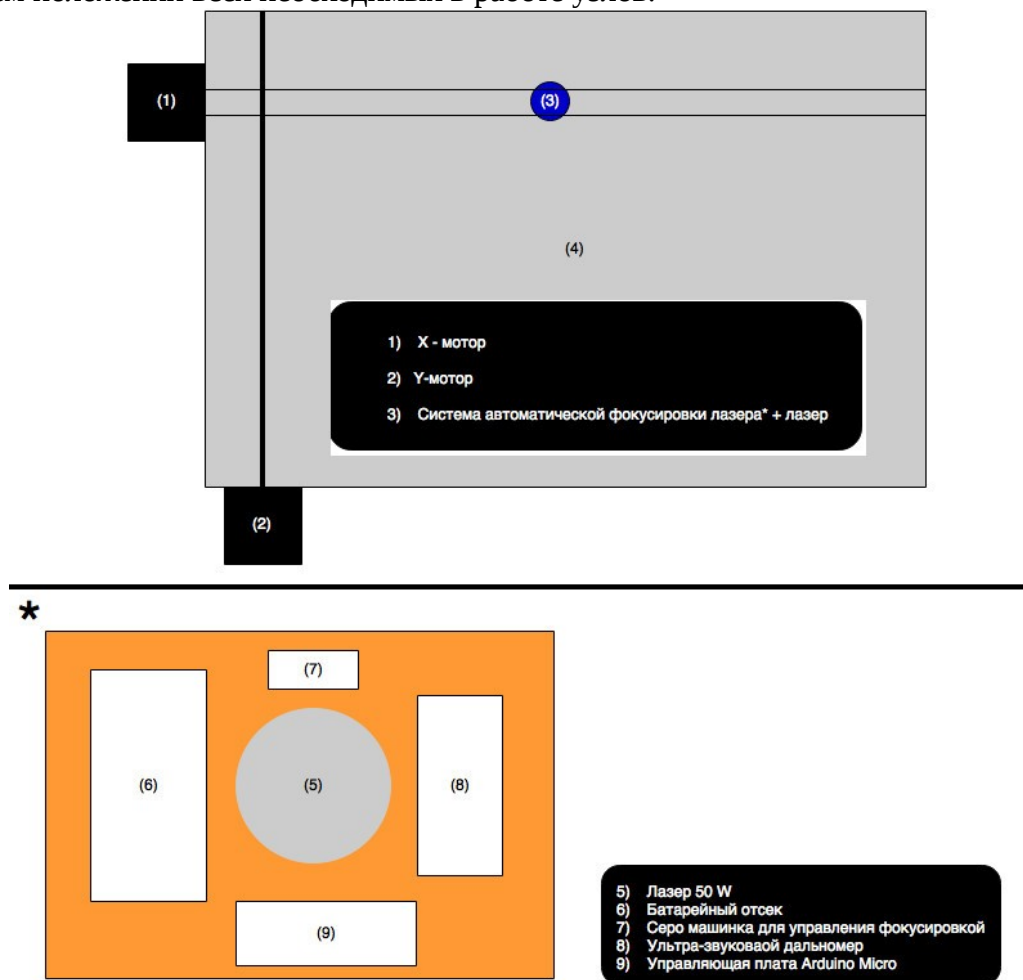


Рисунок 4 – структурная схема устройства управления автофокусировкой лазерного луча

Изготовленный и собранный вариант исполнения разрабатываемого устройства автофокусировки представлен на рис.5.

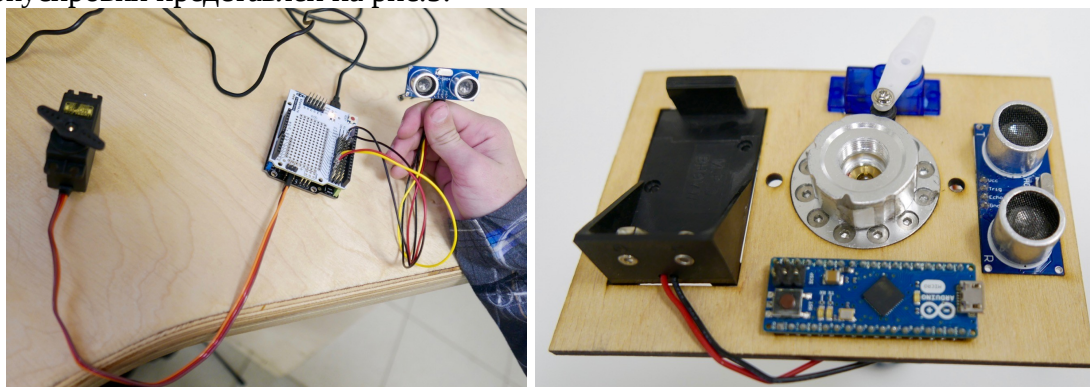


Рисунок 5 – система автофокусировки лазерного луча и ее составляющие

Для осуществления контроля над сервоприводом и ультразвуковым дальномером необходима управляющая система. В ее функции входит контроль угла на основе показаний с дальномера. Система представляет собой плату Arduino Micro, подключенную к блоку питания. Данная система программируется при помощи программного обеспечения Arduino IDE [3]. Машина состояний системы автофокусировки представлена на рис. 6, а алгоритм действий на рис. 7.

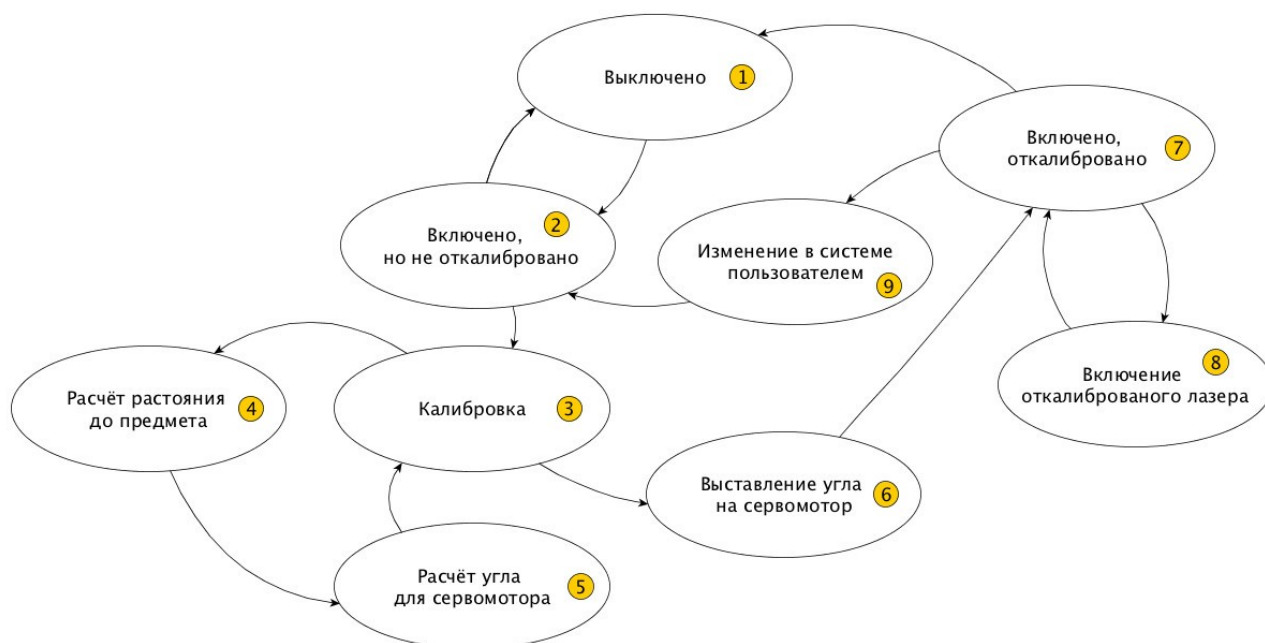


Рисунок 6 – машина состояний устройства автофокусировки

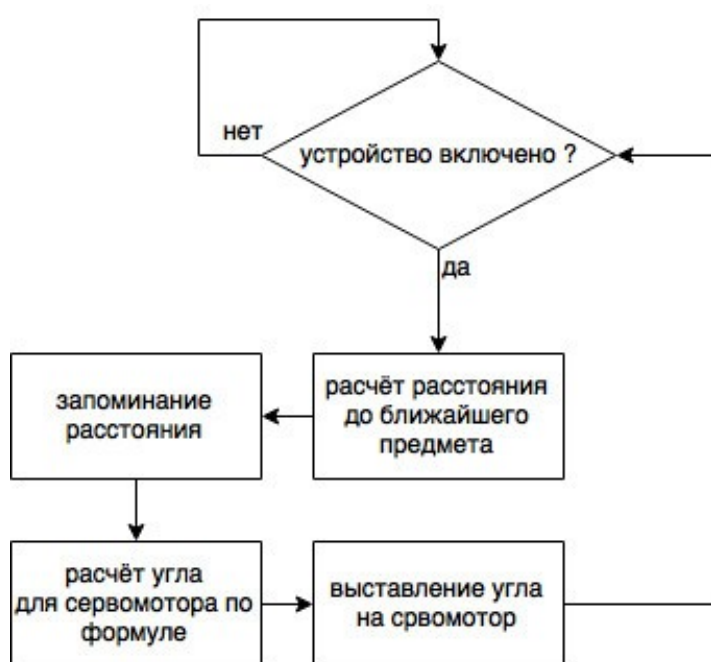


Рисунок 7 – алгоритм работы устройства автофокусировки

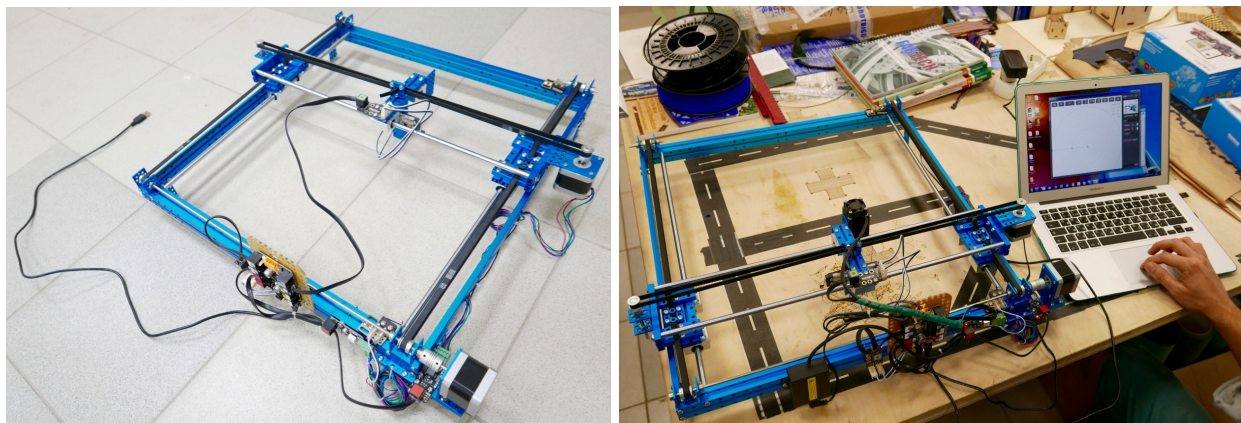


Рисунок 8 – система управления положением лазерного излучателя (2х координатный стол)

Заключение

Во время работы было выявлено преимущество использования в проекте ультразвукового дальномера (HC-SR04) перед инфракрасным дальномером. Оно заключается в его универсальности, возможности работы при любой освещенности, а также «игнорирование» пыли, образуемой при резки дерева. Тем не менее точность покупного дешевого дальномера, использованного в данном проекте, не позволяет напрямую получить точность достаточную для эффективного решения поставленной задачи.

Определенной сложностью в работе оказалось частое несоответствие заявленных параметров покупных устройств реальным результатам, полученным в работе. Тем не менее, результаты проведенной работы показывают работоспособность идеи и ее реализуемость на практике.

Разработка системы вычисления фокуса для лазерного станка с использованием ультразвукового дальномера имеет большой потенциал внедрения во множество лабораторий цифрового производства. Автор планирует продолжить работу и исследования наиболее эффективного способа бесконтактной фокусировки лазерного луча в станке лазерной резки.

Литература

1. Бачинин А., Панкратов П., Накоряков В. Основы программирования микроконтроллеров — М: Наука, 2013. — 81 с.
2. Параметрическая САПР 2Д/3Д моделирования. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://solvespace.com/index.pl> – Проверено 10.02.2016.
3. Платформа прототипирования и разработки электронных устройств Arduino. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.arduino.cc>– Проверено 10.02.2016.
4. Григорьев П.В., Егоркин К.С., Кириллов А.В., Костюченко С.В., Лобанов В.С. Мехатронный модуль с органом технического зрения // Сборник научных трудов. 14-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2012". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 25-26 апреля 2012 г. – с.202-208.
5. Пашинский И.О., Юдин А.В. Интеллектуальная система управления электроприводом в задачах навигации мобильного робота // Сборник научных трудов. 13-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2011". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 27-28 апреля 2011 г. – с.258-262.
6. Чистяков М.Г., Юдин А.В. Расчет траектории движения мобильного робота в частной задаче перемещения объектов // Сборник научных трудов. 13-ая молодежная научно-техническая конференция "Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2011". – М.: изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 27-28 апреля 2011 г. – с.311-314.