

Разработка и исследование лазерного дальномера

И. А. Михеев¹, Н. Н. Достовалов^{1}*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

* e-mail: dostovalov@ssga.ru

Аннотация. Известно множество лазерных дальномеров-рулеток, которые применяются для замеров расстояния между различными объектами – это готовые устройства с низкими значениями погрешностей, сопоставимыми с обычными рулетками, но в подобных приборах не всегда предусмотрена возможность автоматизации измерений, сбора показаний и управления через компьютер. Так же на рынке представлено достаточно большое количество недорогих лазерных дальномерных модулей, которые широко применяются, например, в робототехнике или системах умного дома. Несмотря на свои небольшие размеры, данные датчики имеют довольно сложное устройство, подобное более совершенным средствам измерений. Однако в технической документации на такие модули не всегда корректно указаны их метрологические характеристики, поэтому узнать, подходит ли выбранный датчик зачастую возможно только после его испытания в разрабатываемом устройстве.

Ключевые слова: лазерный дальномер, разработка, микроконтроллер, метрологические характеристики, техническая документация

Development and research of a laser rangefinder

I. A. Mikheev¹, N. N. Dostovalov^{1}*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: dostovalov@ssga.ru

Abstract. There are many laser rangefinders on the market, which are used to measure the distance between various objects. Such devices have low errors comparable to conventional tape measures, but there is no possibility of automation of measurements, collection of readings and control via a computer. There are also a fairly large number of inexpensive Arduino-compatible laser rangefinder modules on the market, which are widely used, for example, in robotics or smart home systems. Despite their small size, these sensors have a rather complex device, similar to more advanced measuring instruments. However, the technical documentation for such modules does not always correctly indicate their metrological characteristics, so it is often possible to find out whether the selected sensor is suitable only after it has been tested in the device being developed.

Keywords: laser rangefinder, development, microcontroller, metrological characteristics, technical documentation

Введение

Актуальность темы связана с востребованностью лазерных дальномеров, поскольку они способны обеспечить точное, быстрое, бесконтактное, удаленное измерение различных расстояний. Очевидно, что чем лучше характеристики лазерных дальномеров, тем дороже они стоят. Известно множество публикаций с попытками создания на базе дешевых дальномерных модулей, например, 3D-сканеров с механической разверткой, но полученные результаты сканирования слишком да-

леки от реальной формы объекта. В данной работе представлена попытка разобраться, почему так происходит и можно ли улучшить результаты измерений.

Для студентов метрологов важно на реальном оборудовании закрепить знания, полученные при изучении таких дисциплин, как физика, физические основы измерений и эталоны, методы и средства измерений с применением лазеров, обработка результатов измерений, метрология и др.

Поэтому целью работы стало создание и исследование лазерного дальномера.

Задачи: изучение физических принципов работы лазерных дальномеров, разработка устройства и определение его метрологических характеристик.

Согласно поставленным задачам, разрабатываемое устройство должно напоминать по внешнему виду и принципам работы серийно выпускаемые лазерные дальномеры-рулетки.

Методы и материалы

В качестве основы устройства была выбрана плата Arduino Nano – это небольшая плата с собственным контроллером ATmega 328, обладающая значительным спектром возможностей. В контроллер можно загрузить программу, которая будет управлять внешними устройствами и получать от них информацию по заданному алгоритму. Основным преимуществом подобных плат является огромное количество готовых библиотек и примеров кода для самых разнообразных датчиков, дисплеев и других модулей, объединяя которые можно получить готовое устройство с минимальными затратами времени.

В данном проекте использовали времяпролетный датчик VL53L0X [1, 2]. Времяпролетный метод основан на измерении времени прохода ИК импульса от измерительного прибора до некоторой цели и обратно. Такие методы обычно используются для больших расстояний, от сотен метров до нескольких километров. Типичная точность простых устройств измерения коротких расстояний равна нескольким миллиметрам или сантиметрам [3].

Для определения метрологических характеристик датчика он был закреплен на оптической скамье вместе с лазерной рулеткой Condrol Smart 30. Данные с датчика выводились в монитор последовательного порта компьютера. Далее данные были скопированы и обработаны в MS Excel согласно ГОСТ Р8.736 [4].

На семи разных расстояниях до экрана было проведено 10 измерений для нахождения усредненного значения и случайной погрешности. Измерения, выполненные более точной лазерной рулеткой, позволяют вычислить систематическую погрешность.

Результаты

При обработке результатов измерений было замечено, что при неизменном расстоянии до экрана в разных выборках среднее значение оказывается различным. Случайная погрешность увеличивается с увеличением расстояния и достигает 25 мм на верхнем пределе измерений, так же есть много промахов.

Далее была предпринята попытка улучшения полученных результатов с помощью линзы (рис. 1) для лучшей фокусировки лазерного луча и применения в коде микроконтроллера фильтра Калмана для сглаживания случайных выбросов некор-

ректных значений с датчика. Удалось снизить случайную погрешность до 5 мм, но устройство стало медленнее реагировать на изменение расстояния.



Рис. 1. Крепление линзы

В код программы микроконтроллера так же были добавлены поправки для учета аддитивной и мультипликативной составляющей систематической погрешности, которые так же были вычислены в MS Excel.

Устройство было помещено в корпус, добавлен дисплей и схема питания от аккумулятора (рис. 2)

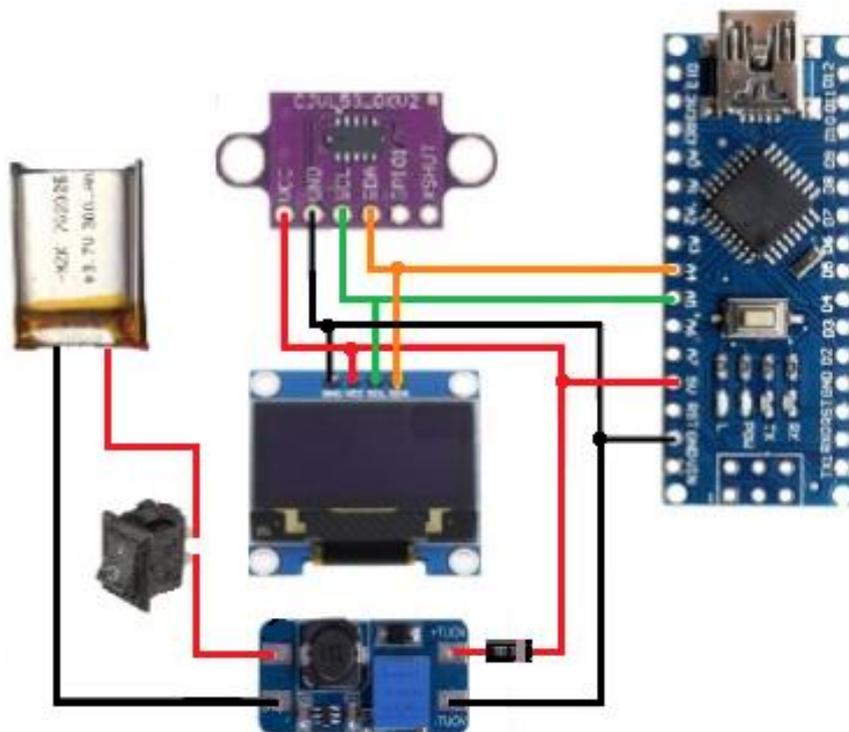


Рис. 2. Схема устройства

Измерения проводятся непрерывно, от переднего торца корпуса. На первой строке дисплея выводится измеренное значение без фильтрации, на второй – с фильтрацией (рис. 3).



Рис. 3. Фотография готового устройства

Размеры устройства составили 79×40×24 мм, масса – 47,6 г.

Заключение

Таким образом, поставленная задача изготовить из доступных компонентов лазерный дальномер и определить его погрешности была выполнена. Полученные результаты могут быть полезны при разработке новых лабораторных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Arduino VL53L0X: лазерный дальномер. – Текст : электронный. – URL: <https://arduinoplus.ru/arduino-vl53lox/>.
2. VL53L0X. World smallest Time-of-Flight ranging and gesture detection sensor. Datasheet - production data – Текст : электронный. – URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l0x.pdf>.
3. Времяпролетный метод: современное состояние развития ToF-технологии и ее применение в 3D-системах. – Текст : электронный. – URL: <http://secuteck.ru/articles2/videonabl/vremyaproletnyy-metod-sovremennoe-sostoyanie-razvitiya-tof-tehnologii-i-ee-primeneniye-v-3d-sistemah>.
4. ГОСТ Р 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения : национальный стандарт Российской Федерации ; введен 01.01.2013. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 23 с. – Текст : непосредственный.

© И. А. Михеев, Н. Н. Достовалов, 2022