



УДК 62-1/-9

Базылев Александр Владимирович, инженер кафедры радиоэлектроники
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Перевезенцев Сергей Владимирович, доцент, к.т.н., доцент кафедры радиоэлектроники
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДЛЯ ШВАРТОВКИ СУДОВ

За последнее время, в крупных городах, довольно сильно увеличилось количество прогулочных судов, появились суда, выполняющие роль «речных трамвайчиков», все это приводит к увеличившейся сложности управления этими судами и совершения ими во время рейсов большого количества причаливаний. В связи с этим всё большую актуальность приобретают системы, способные уменьшить риск человеческой ошибки и время выполнения сложных операций, таких, как например швартовые операции. В данной статье будет произведено исследование возможности использования лазерных дальномеров в качестве датчиков для определения дальности для швартовки судна.

Ключевые слова: автоматическая швартовка, испытания, лазерный дальномер.

Проанализировав самые удачные из существующих на данный момент систем помощи при швартовых операциях SmartDock [1], MooRiNet [2], DAM [3], RaymarineDockSense [4], VolvoPenta [5], устройством для определения дальности от причала до судна был выбран лазерный дальномер который ляжет в основу системы автоматической швартовки как основной измерительный инструмент, интегрированной в компьютеризованную систему управления пассажирским колесным теплоходом [6].

Для исследования параметров лазерных дальномеров был разработан специальный модуль измерения дальности рисунок 1.

Модуль разработан на основе аппаратной платформы Arduino [7-9] на базе контроллера Arduino Mega 2560. Узлом, отвечающим за измерение расстояния был выбран лазерный дальномер 328ft. За передачу полученных от лазерного дальномера данных отвечает беспроводной приёмопередающий модуль NRF24L01. За коммутацию между контроллером и приёмопередающим модулем отвечает модуль 8pin NRF24L01.

Первоначально был выбран контроллер Arduino Uno, однако для подключения лазерного дальномера и приёмопередающего модуля к контроллеру используются одинаковые пины 9 и 10. Программно использовать другие не представляется возможным. В связи с этим используется, как и в модуле сбора и отображения информации, контроллер Arduino Mega 2560.

Лазерный дальномер подключается к контроллеру с помощью последовательного порта. Беспроводной приёмопередающий модуль NRF24L01 связывается с контроллером с помощью SPI интерфейса.

Для согласования приёмопередающего модуля с контроллером Arduino так же использовался модуль 8Pin NRF24L01. Далее представлена принципиальная электрическая схема (Рис.2).

Модуль измерения дальности

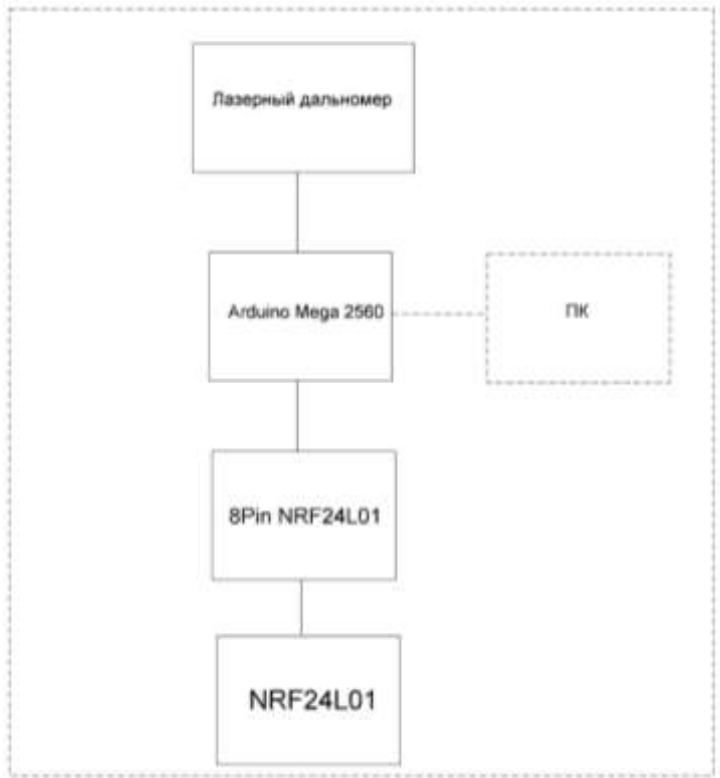


Рис. 1. Структурная схема модуля измерения дальности.

Модуль измерения дальности

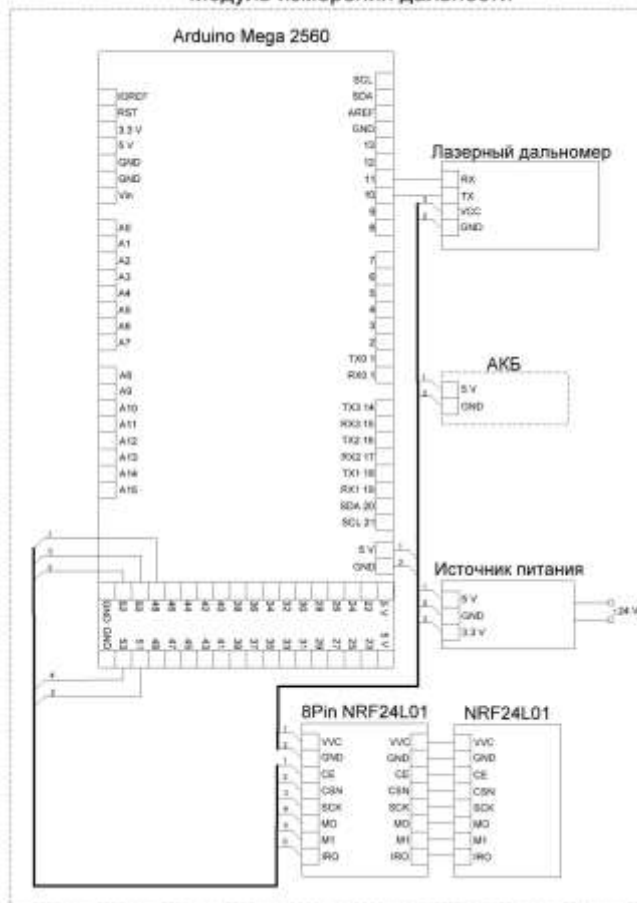


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема модуля измерения дальности.

Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов

Так же для проведения испытаний был построен модуль сбора и отображения информации. Он построен на базе контроллера Arduino Mega 2560. Для получения данных от модуля измерения расстояния используется беспроводной приёмопередающий модуль NRF24L01. За коммутацию между контроллером и приёмопередающим модулем отвечает модуль NRF24L01. В качестве модуля для отображения полученной информации используется 1602 LCD Keypad Shield. Далее представлена принципиальная электрическая схема. (Рис. 3)

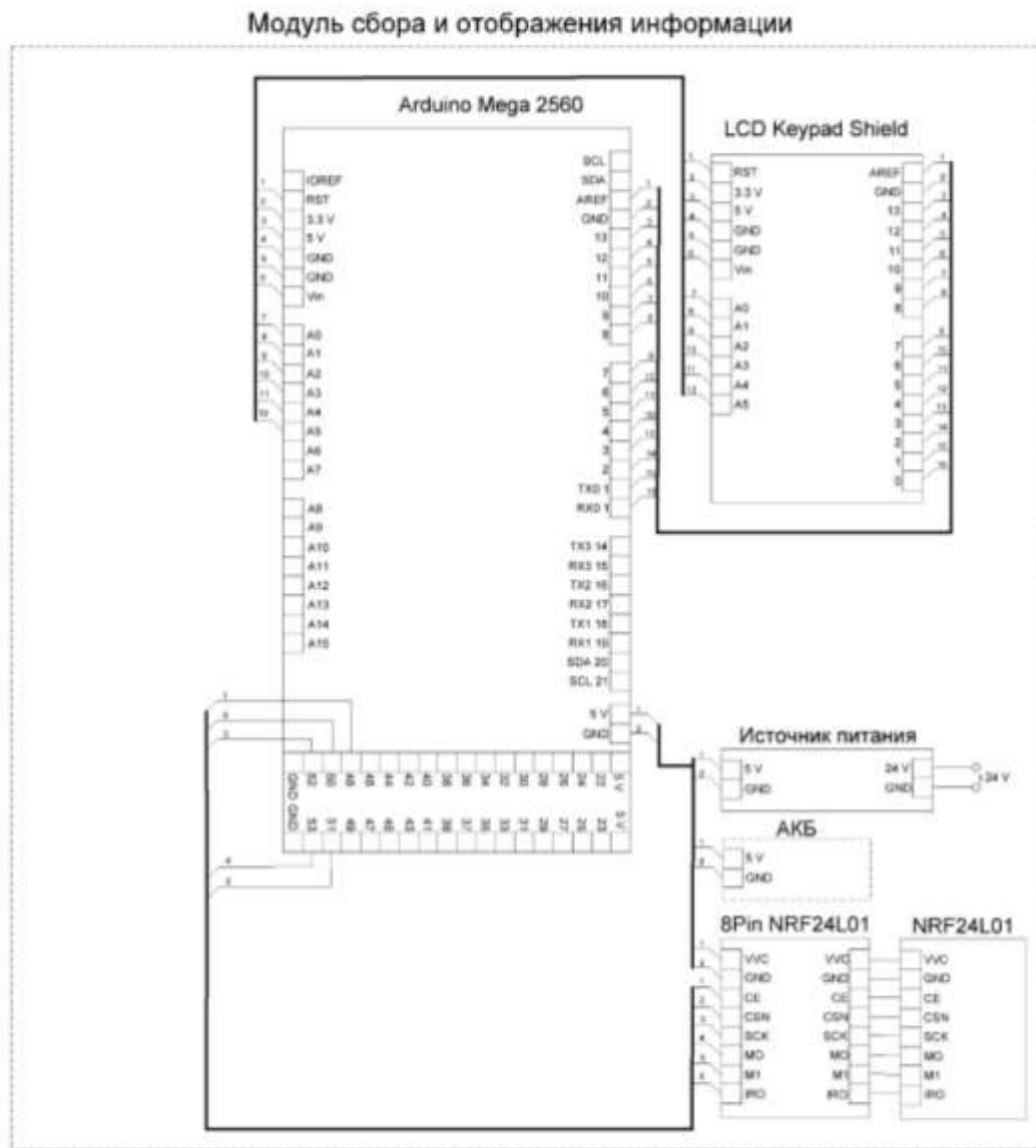


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема модуля сбора и отображения информации.

Испытания

Основным предметом испытаний модуля измерения расстояния является лазерный дальномер 328ft. Для исследования полученных данных использовался эталонный высокоточный лазерный дальномер WT-100. Предельная дальность эталонного лазерного дальномера 100 метров с точностью +/- 2 мм. Данные характеристики схожи с испытываемым дальномером.

Испытания влияния степени освещённости на показания прибора проводились на кафедре радиоэлектроники. Источниками света выступали люминесцентные лампы, используемые для освещения аудитории. Полученные данные были сведены в таблицу. Поверхностью для измерений выступала стена аудитории.

Таблица 1. Испытания влияния степени освещённости.

Степень освещённости, лк	Показания лазерного дальномера 328ft, м	Показания лазерного дальномера WT-100, м
287	8,247	8,247
79	8,247	8,247
30	8,247	8,247
0	8,247	8,247

Из представленных в таблице 1 данных видно, что степень освещённости не влияет на показания лазерного дальномера. Для чистоты эксперимента были также проведены измерения на расстоянии 50 м. Показания оказались неизменны.

Далее были произведены исследования влияния цвета поверхности на показания лазерного дальномера. Для проведения испытания была выбрана одинаковая поверхность разного цвета. Данные полученные при проведении испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние цвета поверхности.

Цвет материала	Показания лазерного дальномера 328ft, м	Показания лазерного дальномера WT-100, м
Серый	7,784	7,784
Зелёный	7,784	7,784
Белый	7,784	7,784
Серый	50,23	50,31
Зелёный	50,23	50,30
Белый	50,23	50,29

Испытания проводились на двух разных дистанциях 7 м и 50 м. Из приведенных в таблице 2 данных видно, что цвет поверхности не влияет на показания лазерного дальномера.

Исследование реальной точности измерений. Для проведения испытания была выбрана поверхность экрана для проектора. Местом испытания послужил коридор 9 этажа рядом с кафедрой радиоэлектроники. Данные, полученные при проведении испытаний, приведены в таблице 3.

Таблица 3. Исследование точности лазерного дальномера.

Показания лазерного дальномера WT-100, м	Показания лазерного дальномера 328ft, м	Δ разниц показаний лазерного дальномера 328ft, м
1,003	1,006 – 1,009	0,003
5,024	5,027 – 5,030	0,003
10,102	10,096 – 10,100	0,004
20,035	20,035 – 20,040	0,005
30,036	30,024 – 30,034	0,010
40,390	40,374 – 40,411	0,043
50,010	49,993 – 50,045	0,052

Из полученных данных видно, что с увеличением дальности увеличивается Δ погрешность измерений лазерного дальномера 328ft. Погрешность сильно возрастает, начиная с 30 метров, от 0,01 м до 0,043 м на 40 метрах. Данный эффект отражён на графике зависимости Δ погрешности измерений от расстояния рисунок 5.

Исследование предельной дальности измерений лазерного дальномера 328ft. Испытания проводились при относительной температуре воздуха от +5 до - 6 в ночное и дневное время на разных поверхностях. Показания, полученные в дневное и ночное время, совпадают, поэтому здесь представлены усреднённые значения

Поверхностями для проведения испытаний служили:

- Гладкий бетонный забор, имитирующий бетонный причал – 100м.;
- Кирпичная стена, имитирующая поверхность дебаркадера – 100м.;
- Металлическая дверь, покрашенная матовой краской, имитирующая поверхность баржи или металлического причала, окрашенных матовой краской - 71,5м.;
- Металлическая дверь, покрашенная глянцевой краской имитирующая поверхность баржи или металлического причала окрашенных глянцевой краской - 96,18м.;
- Дерево разной структуры коры - 43,026;
- Гладкая деревянная дверь имитирующий причал обшитый досками - 92,3.

Отсюда следует, что расстояние до причала можно мерить от 70 метров.

Как показали испытания, степень освещённости не влияет на показания лазерного дальномера.

Цвет материала также не оказывает никакого эффекта на показания.

Из данных, приведённых в таблице 4 видно, что предельная дальность измерения лазерного дальномера сильно зависит от материала поверхности и рельефа. Заявленная производителем дальность измерений в 100 метров достигается при использовании в качестве поверхности гладкой бетонной и кирпичной стены. Показания близкие к максимальным также достигаются при использовании металлической двери, покрашенной глянцевой краской и гладкой деревянной двери. Что доказывает влияние материала поверхности на показания лазерного дальномера. Однако стоит заметить, что металлическая дверь, покрашенная матовой краской, показывает уменьшение предельной дальности примерно на 30%, что доказывает влияние структуры покрытия материала на показания дальномера.

При использовании в качестве материала причалов – бревен, можно заметить, что предельная дальность измерения сильно уменьшилась. Так же при использовании бревен с разным рельефом коры видно, что кора с более сильно выраженным рельефом показывает меньшую дальность измерений, чем кора с гладким рельефом. В качестве подтверждения этого был проведён контрольное измерение, где материалом послужила гладкая деревянная дверь. Показания стали близкими к максимальным, что доказывает влияние рельефа поверхности на показания лазерного дальномера.

Список литературы:

1. Laser docking aid system SmartDock. Режим доступа: <https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/products--solutions--and--services/marine/docking--and--mooring/docking--aid--system/smart--dock--laser>
2. Система мониторинга и швартовки и стоянки судов MOORiNET. Режим доступа: <http://moorinet.ru/>
3. Harbour equipment and machinery prosertek. Режим доступа: <https://prosertek.com/>
4. Docksense control - assisted docking technology. Режим доступа: <https://www.raymarine.com/assisted-docking/docksense-control.html>
5. Volvo penta unveils pioneering self-docking yacht technology. Режим доступа: <https://www.volvopenta.com/marineleisure/en-en/news/2018/jun/volvo-penta-unveils-pioneering-self-docking-yacht-technology.html>
6. Галкин Д.Н., Итальянцев С.А., Плющаев В.И. Компьютеризованная система управления пассажирским колесным теплоходом. - Речной транспорт (XXI век). Москва. № 6. 2014 – с.29-31

7. Getting started with Arduino. Режим доступа:
<https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>

8. Z Gingl, J Mellár, T Szépe, G Makan, R Mingesz, G Vadai and K Kopasz. Universal Arduino-based experimenting system to support teaching of natural sciences - Journal of Physics: Conference Series, Volume 1287, GIREP-MPTL 2018 9–13 July 2018, San Sebastian, Spain

9. Haniszewski, T. Conception of the Arduino platform as a base for the construction of distributed diagnostic systems. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2016, 93, 31-40.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING LASER RANGEFINDERS AS DISTANCE DETECTION SENSORS FOR MOORING VESSELS.

Alexander V. Bazylev, Sergey V. Perevezentsev

Currently, due to the increase in the number of cargo transportation, the number of vessels and their size has increased. And, in this regard, systems that can reduce the risk of human error and time to perform complex operations, such as mooring operations, are becoming increasingly relevant. This article will explore the possibility of using laser rangefinders as sensors to determine the range for mooring a ship.

Keywords: automatic mooring, testing, laser rangefinder.

Информация об авторах

Базылев А.В.: KSdrago@yandex.ru, +79063536058

Перевезенцев С.В. sergpsv70@gmail.com, +79082320205

Секция 9 Радиоэлектроника