

УДК 519.876.5

**Базылев Александр Владимирович**<sup>1</sup> – аспирант, e-mail: ksdrago@yandex.ru**Бычков Владислав Ярославич**<sup>1</sup> – аспирант, e-mail: dragruz@yandex.ru**Гордяскина Татьяна Вячеславовна**<sup>1</sup> – доцент кафедры радиоэлектроники,  
e-mail: klimtat@yandex.ru**Перевезенцев Сергей Владимирович**<sup>1</sup> – доцент кафедры радиоэлектроники,  
e-mail: Sergpsv70@gmail.com<sup>1</sup>Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

### РАЗРАБОТКА СУДОВОГО ЛАЗЕРНОГО ДАЛЬНОМЕРА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ БЕЗЭКИПАЖНОГО СУДОВОЖДЕНИЯ

*Аннотация.* В работе предлагается вариант проекта по разработке судового лазерного дальномера, обеспечивающего измерение расстояния до причала при выполнении швартовных операций в рамках концепции безэкипажного судовождения. Указываются основные этапы разработки дальномера, начиная с выбора аппаратно-программной платформы Arduino и заканчивая испытаниями на судне.

*Ключевые слова:* безэкипажное судовождение, судовой лазерный дальномер, системы помощи при швартовных операциях, аппаратно-программная платформа Arduino.

Идея создания безэкипажных судов на данный момент является крайне актуальной и широко распространённой в связи с преимуществами, которые имеет данная концепция. Однако, для эффективной реализации подобных проектов необходимо производить контроль всех параметров судна. [1, 2] Прежде чем переходить к такой глобальной задаче, необходимо рассмотреть более конкретные аспекты. Рассмотрим одно из таких направлений, а именно на помощи судоводителю при швартовных операциях. [3, 4]

Швартовные операции являются одними из самых сложных в процессе судовождения, и основную проблему представляют габариты судна и невозможность точно отслеживать положение корпуса в пространстве. Однако, при наличии определённой системы датчиков, можно при помощи компьютера воссоздавать обстановку вокруг судна, тем самым наглядно предоставляя судоводителю расстояние до ближайших объектов. [5] Использование лазерных дальномеров позволяет вычислять расстояние до ближайшей поверхности, тем самым наглядно демонстрируя, насколько близко к причалу находится судно (Рисунок 1).

Изначально был рассмотрен вариант параллельной установки датчиков вдоль борта судна. Однако, данный подход сложно реализовать на практике, поскольку проблематично на борту судна разместить датчики строго параллельно и в одной плоскости. Поэтому, было принято решение располагать датчики парами, устанавливая их под углом к борту.

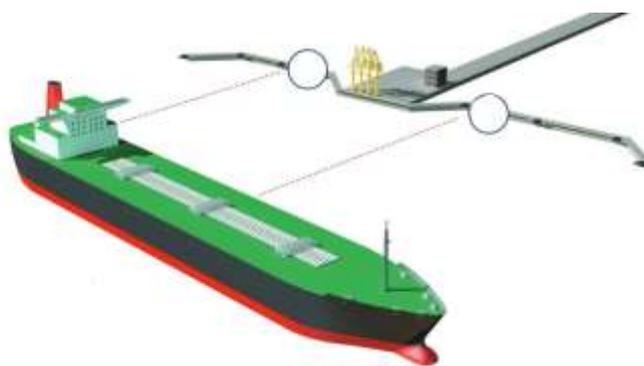


Рисунок 1 - Автоматическая швартовка судна

Такая геометрия устройства позволяет упростить техническую реализацию датчика на судне, при этом сохраняя достаточную точность измерения расстояния до причала –  $l_0$  (выражение 1).

$$l_0 = \frac{l_1 l_2 * \sin \gamma}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2 \cos \gamma}} \quad (1)$$

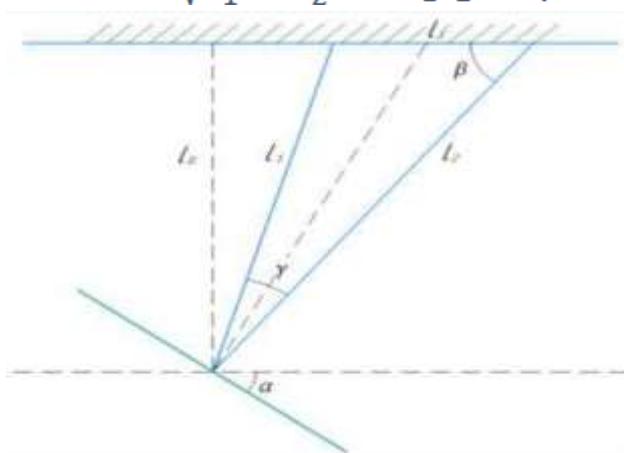


Рисунок 2 - Размещение датчиков под углом к борту судна

Для реализации датчиков выбран контроллер Arduino Mega2560. [4] В качестве датчиков выбраны импульсные лазерные дальномеры JRT В605В. На основе вышеперечисленных устройств была разработана структурная схема системы датчиков. Она состоит из лазерного дальномера, контроллера, контроллера рубки и элемента питания ГРЦ.

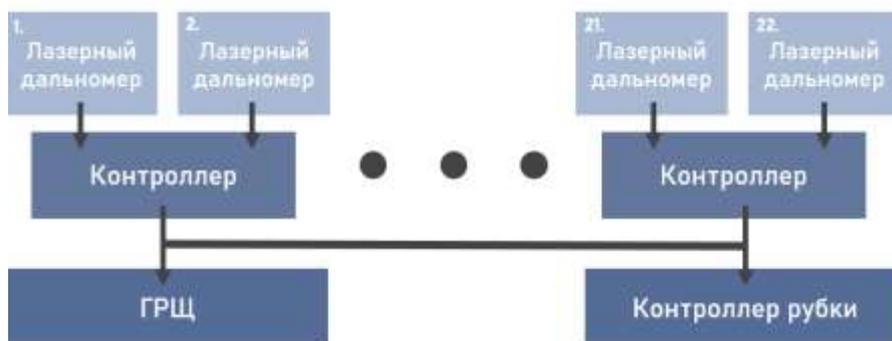


Рисунок 3 - Структурная схема системы судовых лазерных дальномеров

На данный момент уже разработаны макеты модуля измерения дальности и модуля сбора и отображения информации. В дальнейшем в соответствии со структурной схемой планируется разработка программного обеспечения для ПК (Рисунок 4.).

При дальнейшей разработке всех датчиков планируется проведение испытаний на судне «Сура» и их установка на строящемся судне «Золотое кольцо». [6] Примерное место размещения датчиков на «Золотом кольце» – на бортах, на корме и на носу.

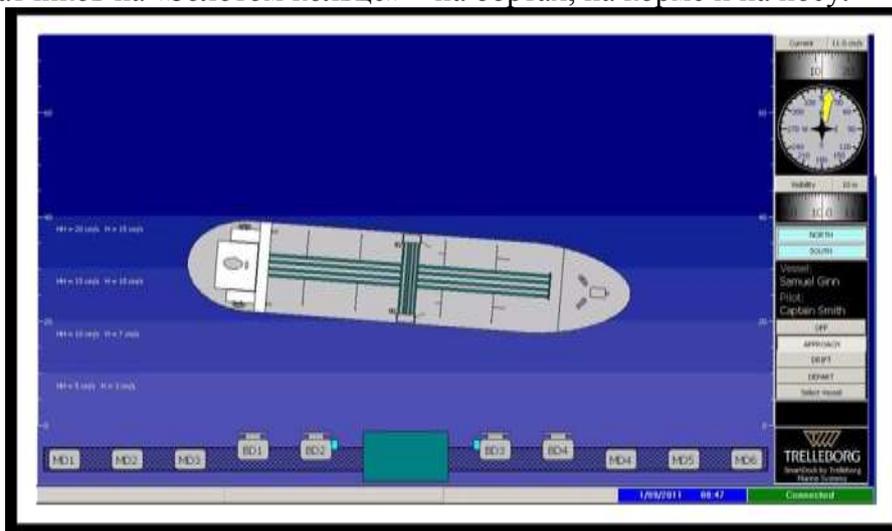


Рисунок 4 - Пример реализации программного обеспечения для ПК

Основными целями проекта являются:

- Сбор опытного образца.
- Проведение испытаний в лабораторных условиях.
- Проведение испытаний в условиях критических температур.
- Проведение натурных испытаний оборудования на судне.
- Адаптация системы судового «парктроника» для предотвращения столкновений во время хода.

#### Список литературы:

1. Базылев А.В., Бычков В.Я., Панков Е.А., Мартынов Н.С., Гордяскина Т.В., Перевезенцев С.В. Разработка навигационных интеллектуальных датчиков на аппаратно-программной платформе Arduino. Труды 22-го международного научно-промышленного форума "Великие реки-2020". (27-29 мая 2020 г.) ISBN 978-5-901722-67-1. URL: [http://вф-река-море.пф/2020/v2020\\_sek09.htm](http://вф-река-море.пф/2020/v2020_sek09.htm) (дата обращения 13.05.2021).
2. Кузьмичев И.К., Плющаев В.И. Пути реализации автоматической швартовки судна в рамках создания технологии безэкипажного судовождения.- Морские интеллектуальные технологии. – 2018. - т. 2. - № 42. - С.98-103.
3. Базылев А.В., Перевезенцев С.В. Исследование возможности использования лазерных дальномеров в качестве датчиков определения дальности для швартовки судов. Труды 22-го международного научно-промышленного форума "Великие реки-2020". (27-29 мая 2020г.) ISBN 978-5-901722-67-1. URL: [http://вф-река-море.пф/2020/v2020\\_sek09.htm](http://вф-река-море.пф/2020/v2020_sek09.htm) (дата обращения 13.05.2021).
4. Абрамов В.И., Бычков В.Я., Рубцов А.В., Гордяскина Т.В., Перевезенцев С.В. Анализ платформы Arduino как аппаратно-программной базы для создания интеллектуальных датчиков системы управления судном. Труды 20-го международного научно-промышленного форума "Великие реки-2018" (15-18 мая 2018 г.) URL: [http://вф-река-море.пф/2018/v2018\\_sek10.htm](http://вф-река-море.пф/2018/v2018_sek10.htm) (дата обращения 13.05.2021)
5. Лебедева С.В., Мерзляков В.И. "Автоматизация процесса измерения расстояний между объектами в системах швартовки судов" Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2018. № 56. С. 49-55.
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



## DEVELOPMENT OF A MARINE LASER RANGEFINDER AS PART OF THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF UNMANNED NAVIGATION

Alexander V. Bazylev, Vladislav Y. Bychkov, Tatyana V. Gordyaskina, Sergey V. Perevezentsev

*Abstract. In this paper, we propose a variant of the project for the development of a ship's laser rangefinder that provides measurement of the distance to the berth when performing mooring operations within the framework of the concept of unmanned navigation. The main stages of the development of the rangefinder are indicated, starting with the selection of the Arduino hardware and software platform and ending with the tests on the ship.*

*Keywords: unmanned navigation, ship laser rangefinder, mooring operations assistance systems, Arduino hardware and software platform.*

