

УДК 629.5.077

Бычков Владислав Ярославич¹, аспирант кафедры радиоэлектроники
e-mail: dragruz@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКАНИРУЮЩИХ ДАЛЬНОМЕРОВ НА СУДАХ ВО ВРЕМЯ ШВАРТОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Аннотация. В статье произведен обзор различных систем помощи судоводителю при швартовных операциях. Преимущества и недостатки рассматриваемых систем измерения расстояния от судна до причала и позиционирования корпуса в пространстве относительно причальной стенки. Произведена оценка применимости сканирующих лазерных дальномеров в качестве такой системы. Перечислены проблемы проектирования и требования к системе помощи судоводителю при швартовке на базе сканирующих дальномеров.

Ключевые слова: сканирующие дальномеры, лазерные дальномеры, интеллектуальные датчики, швартовные операции, судно, причал, швартовка лагом, комплексные системы информационного обеспечения швартовки.

Неудобства связанные с необходимостью визуально оценивать положение судна относительно причала превращают швартовные операции в одни из самых сложных в судовождении. Как следствие появляются различные способы облегчения выполнения швартовки: дополнительные посты управления на бортах судна, камеры на бортах судна и различные системы определения дальности. Если дополнительные посты и камеры сугубо визуальные системы, позволяющие судоводителю не покидать рабочего места то измерители дальности, имеют различные вариации позволяющие оценивать дистанцию до причала и относительное положение корпуса.

Достаточно часто применяется система, где причал оснащается дальномерами в зоне швартовки и экраном, на котором отображается расстояние от причала до ближайшего объекта. Такой способ позволяет судоводителю контролировать не только положение судна, но и скорость сближения, что особенно важно для крупных судов при сильном ветре [1, 2], однако, остается необходимость следить за экраном, находящимся на причале, что может быть осложнено погодными условиями. Значительным недостатком такой системы также можно назвать необходимость оборудования причала.

Альтернативой является установка измерителей непосредственно на судно. В таком случае возможны различные вариации с машинным зрением, мини радары и лазерными дальномерами на подвижной платформе на носу и корме судна [3], но такие способы достаточно дорогие или требуют выполнения какие-либо действия экипажем при каждой швартовке, что крайне неудобно. Также, важным преимуществом измерительной системы является возможность дальнейшей ее модернизации для беспилотной швартовки [4, 5].

Установка лазерных дальномеров по всему периметру судна позволяет оценивать расстояние до ближайших объектов [6] и не требует дополнительных действий от экипажа. Недостатком такого метода является наличие слепых зон у датчиков, в связи с дороговизной и техническими сложностями установки слишком большого количества

датчиков. Решением такой проблемы может быть установка сканирующих дальномеров вместо стационарных, что позволит уменьшить количество датчиков, при этом не оставляя слепых зон. Такой подход также позволит учесть крен/дифферент судна и наклонные причальные стенки за счет сканирования не только в горизонтальной, но и вертикальной плоскости.

Принцип работы сканирующего дальмера заключается в повороте измерительного модуля, либо отклоняющего зеркала при помощи сервомоторов или шаговых двигателей. При этом сканирующие лазерные дальмеры уже применяются на автомобилях и авиации, однако, ключевой особенностью является использование одного такого модуля для получения 3D карты местности. Габариты судна вынуждают использовать множество таких модулей, а ограничения по высоте, связанные с проходом под мостами, приводят к необходимости их установки на бортах и оконечностях судна. Как следствие, необходимо создание промежуточного обработчика информации, получаемой с множества модулей, что является достаточно сложной и ресурсоемкой задачей. Модули применяются на автомобилях и авиации являются полноповоротными, что совершенно необязательно при использовании на борту судна, где достаточно небольшого сектора (примерно 120 градусов по горизонтали и 90 по вертикали). В связи с вышеперечисленным для реализации системы сканирующих лазерных дальномеров на судне необходимо разрабатывать собственный модуль, спроектированный под специфические судовые требования.

Судовой сканирующий лазерный дальномер должен быть в водозащищенном корпусе (минимум IPx5), а линза измерителя должна быть покрыта гидрофобным покрытием, чтобы капли воды не мешали работе модуля. Сектор, в котором модуль проводит измерения должен быть управляем, для возможности более быстрого сканирования при сближении с причалом или другим объектом и рассчитан исходя из расположения на борту судна. Механика модуля должна быть выдерживать вибрации корпуса и обеспечивать приемлемую точность позиционирования измерителя по углу. Питание как дальномерных модулей, так и модуля обработки должно осуществляться от судовой сети 24В. Все электрические и монтажные характеристики должны соответствовать требованиям Российского Квалификационного Общества.

Был разработан собственный модуль сканирующего дальмера. Его основная задача — это обучение студентов принципу работы сканирующих дальномеров и практика в разработке современных интеллектуальных датчиков. При разработке использовались комплектующие доступные в лаборатории кафедры (помечены черным цветом на Рисунке 1). В процессе был выявлен ряд проблем, как например используемые сервоприводы не имеют обратной связи, как следствие оценить положение можно только при помощи временных задержек, вычисляемых на основе технических характеристик. Решением этой проблемы может быть замена сервопривода на аналогичный с выводом состояния встроенного потенциометра, что позволит увеличить скорость работы сканирующего дальмера и уменьшить погрешность, связанную с ошибками позиционирования луча дальмера. При этом схема работоспособна и без обратной связи, но является слабозащищенной от различных поломок и ошибок.

В процессе разработки для сбора и отображения данных использовался персональный компьютер и интерфейс связи RS-485 и при работе с одним модулем проблем не возникало. При испытаниях на судне модуле будет множество и в качестве линии связи необходимо использовать полнодуплексный канал связи с возможностью одновременной связи с большим количеством устройств. В качестве такого канала может быть использован Ethernet и протокол связи TCP/IP. Аналогичная проблема и с устройством обработки. Панельные компьютеры в рулевой рубке в целях безопасности крайне нежелательно нагружать значительными вычислениями. Необходим промежуточный



модуль обработки данных, способный управлять заданным количеством сканирующих дальномеров и преобразовывать их показания в удобные для отображения на экране в рулевой рубке. На рисунке 1 показана итоговая структура комплекса сканирующих дальномеров.

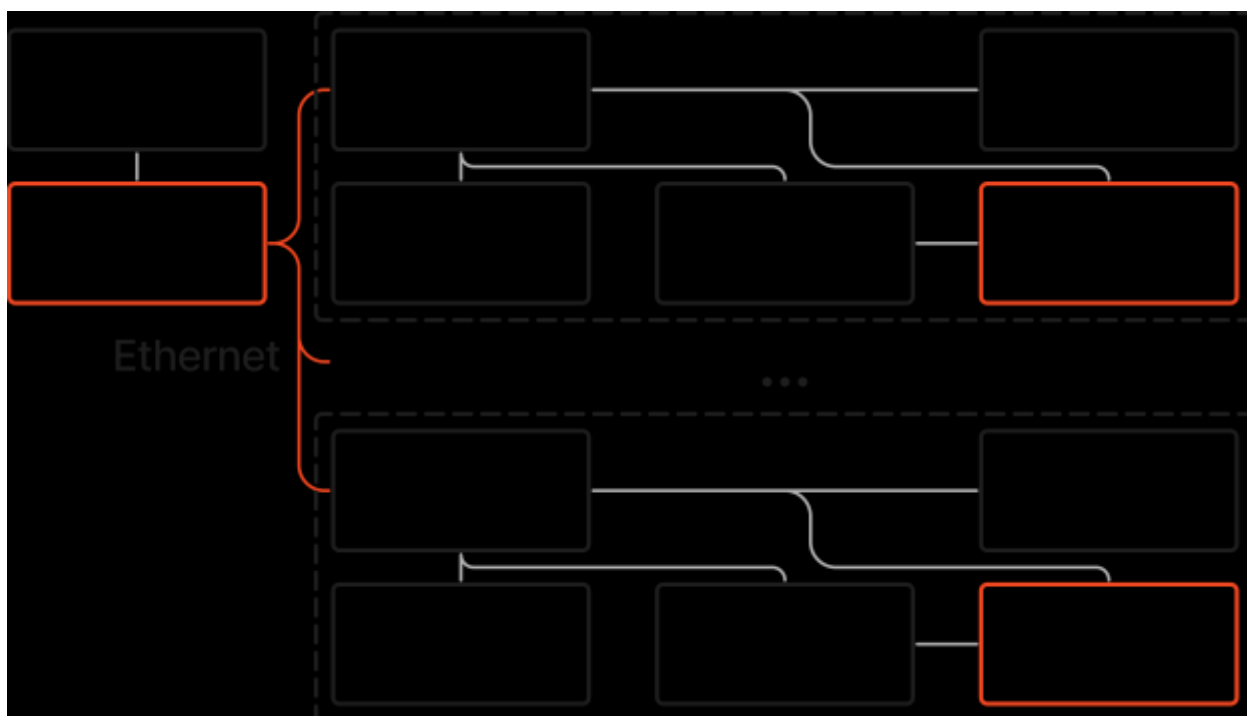


Рисунок 1 – Структура комплекса сканирующих дальномеров

На данный момент существуют различные методы помощи при швартовке, однако, большая их часть, либо мало помогают, либо имеют значительные нюансы в работе и не всегда применимы. Остальные находятся на этапе разработки и на данный момент отсутствуют в продаже, как следствие неизвестна их реальная эффективность. Следовательно, разработка новой системы на основе сканирующих лазерных дальномеров как системы помощи судоводителю имеет смысл и может позволить в дальнейшем реализовать беспилотное управление судном при швартовных операциях на современных судах.

Список литературы:

1. Грошева, Л. С. Динамические характеристики колесного судна при реализации швартовных операций с учетом внешних воздействий / Л. С. Грошева, В. И. Плющев // Морские интеллектуальные технологии. – 2022. – № 2-1(56). – С. 210-217. – DOI 10.37220/МІТ.2022.56.2.028. – EDN GMWXBZ.
2. Грошева, Л. С. Швартовка судна с колесным движительно-рулевым комплексом / Л. С. Грошева, В. И. Мерзляков, В. И. Плющев // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 3-3(45). – С. 191-195. – EDN XWUSNX.
3. Завьялов, В. В. Перспективы использования автономных лазерных систем для обеспечения безопасности судовождения / В. В. Завьялов, А. И. Саранчин, М. А. Фарафонова // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4-5(42). – С. 131-138. – EDN VUVFUV.
4. Аппаратно-программный комплекс для автоматической швартовки судов / А. В. Базылев, В. Я. Бычков, С. В. Перевезенцев, В. И. Плющев // Научные проблемы водного транспорта. – 2020. – № 64. – С. 195-206. – DOI 10.37890/jwt.vi64.111. – EDN XIIAVR.

5. Плющаев, В. И. Пути реализации автоматической швартовки судна в рамках создания технологии безэкипажного судовождения / В. И. Плющаев, И. К. Кузьмичев // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4-2(42). – С. 98-103. – EDN GVCXVQ.

6. Плющаев, В. И. Контроль положения судна относительно причальной стенки с использованием лазерных дальномеров / В. И. Плющаев // Транспорт. Горизонты развития: Труды 1-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород - Новосибирск, 25–28 мая 2021 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта (ФГБОУ ВО "ВГУВТ"), 2021. – С. 40. – EDN NYGDJA.

PROBLEMS OF USING SCANNING RANGEFINDERS ON SHIPS DURING MOORING OPERATIONS

Vladislav Y. Buchkov

Abstract. The article discusses various ways to help the skipper during mooring operations. Advantages and disadvantages of systems for measuring the distance from the vessel to the berth and positioning the hull in space relative to the berth wall. The applicability of scanning laser rangefinders as such a system is evaluated. The problems of creation are listed and the requirements for the creation of a mooring assistance system based on scanning rangefinders are listed.

Keywords: scanning rangefinders, laser rangefinders, intelligent sensors, mooring operations, vessel, berth, mooring lag, the integrated information system of mooring.

