

УДК 519.876.5

КОНВЕРТОР ДАННЫХ ДЛЯ СОПРЯЖЕНИЯ СУДОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ

Бычков Владислав Ярославич¹, старший преподаватель кафедры радиоэлектроники

e-mail: dragruz@yandex.ru

Лебедева Светлана Владимировна¹, кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектроники

e-mail: 79200555589@yandex.ru

Шошкин Алексей Андреевич¹, студент

e-mail: de-electrik@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются существующие устройства для распределения навигационных данных в сети судового навигационного оборудования. Предложена структура макета конвертера данных для сопряжения различных приборов в сетях RS-485/422, Ethernet.

Ключевые слова: навигационное оборудование, разработка ПО, среда программирования ARDUINO IDE, платформа ESP, сумматор данных.

DATA CONVERTER FOR SHIP INTERFACE NAVIGATION DEVICES

Vladislav Ya. Bychkov¹, Assistant Professor of the Department of Radio Electronics

e-mail: dragruz@yandex.ru

Svetlana V. Lebedeva¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Radio Electronics

e-mail: 79200555589@yandex.ru

Alexey A. Shishkin¹, Student

e-mail: de-electrik@yandex.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article discusses existing devices for distributing navigation data in a network of ship navigation equipment. The structure of the data converter layout for interfacing various devices in RS-485/422 and Ethernet networks is given.

Keywords: navigation equipment, software development, ARDUINO IDE programming environment, ESP platform, data adder.

В настоящее время на судах используется большое количество различного навигационного и специализированного оборудования, для обеспечения безопасности и

эффективности судоходства. Для правильной работы всего этого оборудования необходимо обеспечить каждый прибор соответствующей информацией, как правило получаемой от других устройств. Соединение чаще всего предусматривает использование дополнительного оборудования, такого, например, как:

- Сумматоры – на сумматор поступают заданные координаты с датчика курса и координат позиционирования вместе с координатами от приемника спутниковой навигационной системы. После сумматора сигнал рассогласования поступает в блок формирования сигналов управления. Также сумматор может применяться для управления сближением корабля с подвижной целью. На вход сумматора вводят сигналы заданного путевого угла, путевого угла из приемника спутниковой навигационной системы и угла перекладки руля от датчика руля. На выходе сумматора формируется сигнал для управления рулевым приводом судна. На судах используют сумматор сообщений NMEA для приема сообщений от источников сигнала NMEA, суммирования полученных сообщений в соответствии с настройками пользователя и выдачи их потребителям сигнала NMEA 0183 [1].

- Размножители – с помощью размножителя данные от одного источника сигнала поступают на другие устройства (потребители) одновременно. Это даёт возможность навигационным устройствам с высокой точностью (надёжность, помехозащищённость) получать данные о местоположении объекта. Основное назначение размножителя— многократное дублирование сигнала NMEA из одного источника на несколько выходов. Это особенно актуально в ситуациях, когда одно устройство (например: GPS-приемник) необходимо подключить к нескольким пользовательским устройствам. Таким как мультимедийные системы, картплоттеры и другие навигационные приборы. Размножитель обеспечивает стабильную и надёжную передачу данных, минимизируя потери сигнала и искажения. Это критически важно для точной навигации [2].

- Преобразователи – предназначены для передачи информации от различных последовательных интерфейсов в сеть Ethernet.

Сумматоры и разветвители применяются для правильного соединения навигационных устройств на судах и представлены на рынке в различных вариациях.

ADU-102 (Рисунок 1) — это универсальный цифровой модуль, предназначенный для обработки аналоговых и цифровых сигналов. Он используется в различных электронных устройствах, таких как системы связи, автоматизации и управления [3].

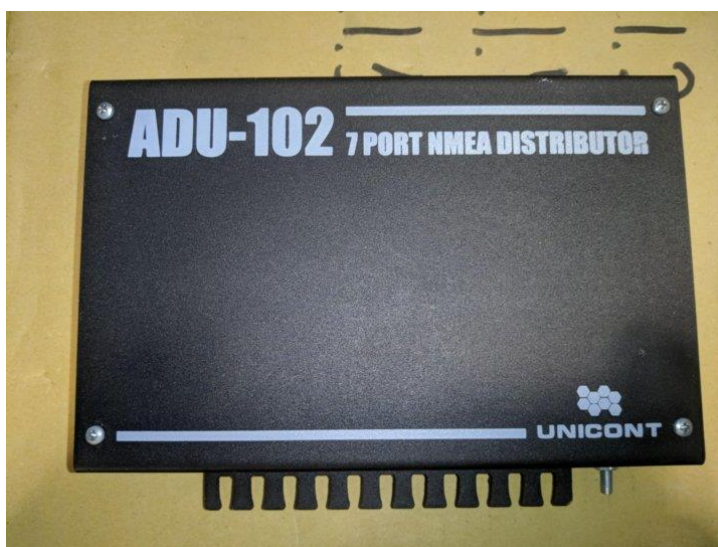


Рисунок 1 – Размножитель данных ADU-102

Основные характеристики:

- аналоговые входы: 4 (0-10 В, 0-5 В, 0-2.5 В);
- цифровые входы: 6;
- выходные каналы: 4 (релейные, транзисторные);
- питание: 24 В постоянного тока.

Достоинства:

- низкая стоимость;
- универсальность;
- компактные размеры.

Недостатки:

- ограниченные возможности по сравнению с более дорогими моделями;
- нестабильное качество производства.

MDU-102 (Рисунок 2) – это модульный цифровой блок, предназначенный для управления и мониторинга различных систем. Он часто используется в промышленности и автоматизации процессов [4].



Рисунок 2 – Размножитель данных MDU-102

Основные характеристики:

- количество модулей: 16;
- интерфейсы: Ethernet, RS-485, RS-232;
- аналоговые входы/выходы: 16 (0-10 В);
- процессор: 32-битный ARM Cortex-M3;
- оперативная память: 256 КБ;
- дополнительная память: 1 МБ флэш-памяти.

Достоинства:

- модульность;
- расширенные возможности управления;
- высокая надежность.

Недостатки:

- высокая стоимость;
- большие габариты;
- требует больше времени на установку и настройку.

NC-117 — предназначен для приема сообщений от источников сигнала NMEA через 8 входных портов RS-232/422, суммирования полученных сообщений в соответствии с настройками пользователя и выдачи их через 3 выходных порта RS-232/422, а также через USB порт, потребителям сигнала NMEA 0183 [5].



Рисунок 3 – Сумматор данных NC-117

Основные характеристики:

- количество каналов: 16;
- аналоговые входы: 16 (0-5 В);
- выходная мощность: 5 В, 500 мА;
- интерфейсы: Ethernet, USB;
- питание: 12-24 В постоянного тока.

Достоинства:

- компактность;
- простота использования;
- высокая точность преобразования сигналов.

Недостатки:

- ограниченное количество каналов;
- меньшая мощность по сравнению с другими модулями.

Размножитель сигнала NMEA МИРАН MSN-2/8 (Рисунок 4) является высококачественным устройством, предназначенным для распределения сигналов навигационных данных. Оно произведено группой компаний «Маринэк» [6].



Рисунок 4 – Размножитель сигнала NMEA МИРАН MSN-2/8

Размножает сигнал NMEA 0183, (IEC 61162-1, IEC 61162-2), при последовательной передаче данных через интерфейсы RS-422/485. От одного либо двух источников по каналам CH1 и CH2. Это обеспечивает удобство в работе с навигационными системами, особенно на морских и водных транспортных средствах. Размножитель сертифицирован Российским Морским Регистром Судоходства в составе комбинированных приёмоиндикаторов ГНСС МИРАН.

Основные характеристики:

- питание напряжения, В: 24 (от 12 до 36) постоянного тока;
- потребляемая мощность, Вт: не более 3;
- поддерживаемые интерфейсы: RS-422/485;
- количество выходных портов: 8 (2x4);
- скорость передачи данных, б/с: 4800, 9600, 1920.

Несмотря на насыщенность рынка различными сумматорами и размножителями нередко появляется проблема организации связи между устройствами требующей комбинации этих устройств, в том числе и не в единичном виде, что значительно увеличивает стоимость конечной системы и уменьшает её надежность. При создании информационной сети навигационного оборудования на современных судах, оснащенных панельными компьютерами и закрытой локальной сетью по всему судну, возникает также проблема обеспечения соединения сетей RS-485/422 и сети Ethernet. Для решения данной задачи применяют специализированные преобразователи. Одним из часто используемых для таких целей является MOXA NPort 5110.

MOXA NPort 5110 — это сетевой коммутатор, предназначенный для создания промышленных сетей Ethernet [7].



Рисунок 5 – Сетевой коммутатор MOXA NPort 5110

Основные характеристики:

- количество портов: 2;
- интерфейсы: 1 x 10/100 Мбит/с Ethernet, 1 x RS-232/422/485;
- поддержка PoE;
- питание через Ethernet (PoE): 12-57 В постоянного тока;

Достоинства:

- поддержка PoE (Технология, позволяющая передавать удалённому устройству электрическую энергию вместе с данными через стандартную витую пару в сети Ethernet);
- надежность;
- хорошая производительность.

Недостатки:

- высокая стоимость;
- ограниченное количество портов;
- сложность настройки для неопытных пользователей.

Исходя из вышеописанного можно сделать вывод, что важной задачей для организации связи на судне является обеспечение сбора данных с некоторого количества устройств и

передача потребителям по оставшимся портам прибора этих данных в различных комбинациях и дублирование всех собранных данных в сеть Ethernet с поддержкой современных протоколов UDP/IP и TCP/IP. Для настройки подобного устройства удобнее всего применять Web-интерфейс, для безопасности защищенный паролем и привязанный к отдельной сети Wi-Fi, которую можно отключить переключателем на корпусе. Количество универсальных RS-485/422 может быть различным, но наиболее целесообразно иметь запас, вплоть до 16 портов, что позволит создать информационную сеть даже не максимально оборудованных современных судах.

В процессе разработки вышеописанного устройства обеспечивающего все возможные потребности при оснащении судна навигационным оборудованием было решено ограничить количество интерфейсов до минимума, что позволит создать и отработать программное обеспечение на имеющейся в наличии на кафедре элементной базе, без дополнительных расходов.

В качестве основы для реализации макета устройства было решено использовать микроконтроллер ESP32-S3 из-за наличия в его составе 3 интерфейсов UART и высокоскоростного SPI. Структура устройства представлена на Рисунке 6. Макет предполагает подключение до 2 устройств по линиям RS-485/422 и одного подключения по линии Ethernet.

Конвертор данных

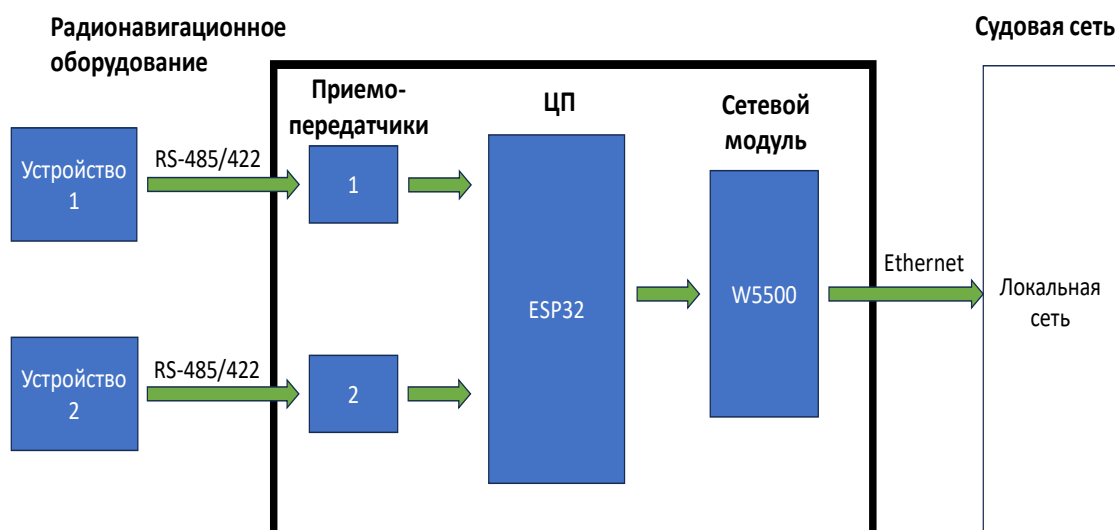


Рисунок 6 – Структурная схема макета конвертора

На Рисунке 7 представлена принципиальная электрическая схема разрабатываемого устройства. В ходе разработки данной схемы учитывались факторы, которые оказывают влияние на устройство при его эксплуатации на судне, поэтому в ней предусмотрены различные защиты как цепи питания, так и линий передачи информации. Например, диод VD 1, защищает цепь питания от «переплюсовки», также в цепи используется варистор, защищающий её от скачков напряжений. Защита линий информации выполнена с учётом рекомендаций, предоставленных в технической документации микросхемы.

Для макета устройства ведется разработка программного обеспечения, которое позволит реализовать функционал сумматора и преобразователя данных на различных скоростях. В дальнейшем предполагается разработка полноценного устройства на высокомоощном микроконтроллере с большим количеством последовательных интерфейсов

и обеспечивающего весь необходимый функционал и проведение испытаний на реальном судовом оборудовании в лабораториях кафедры.

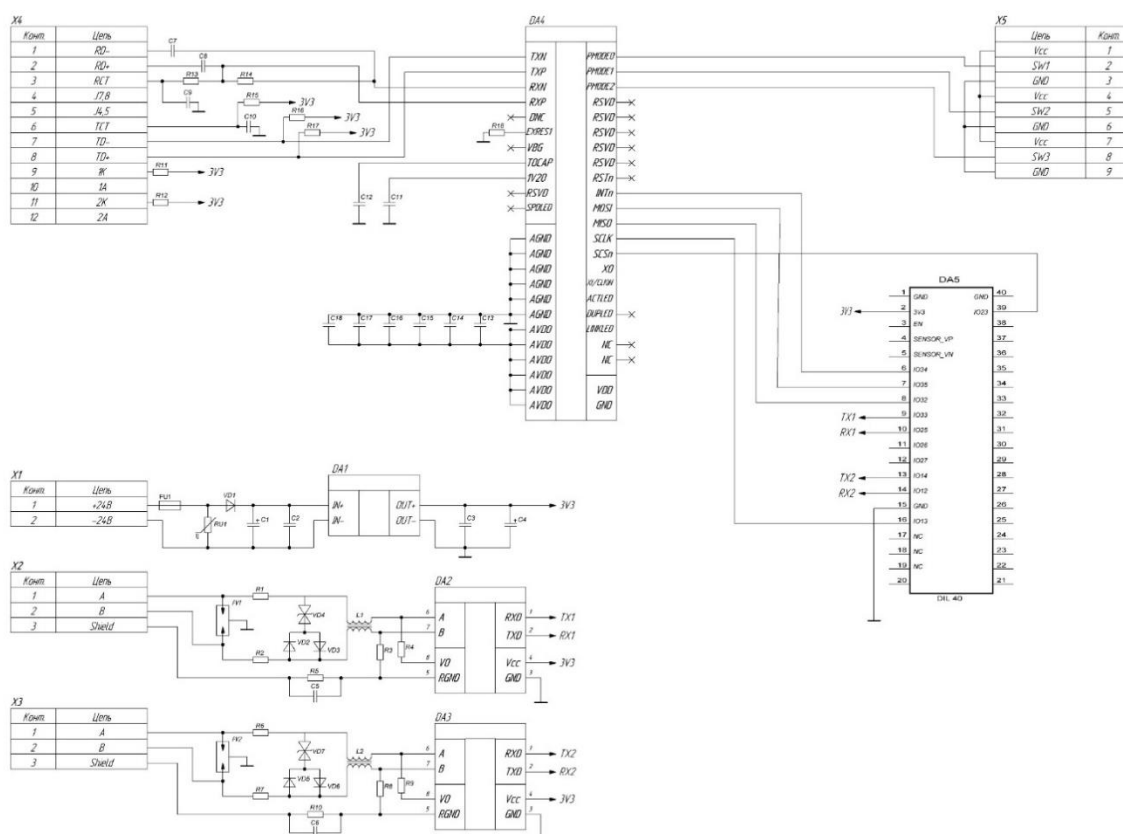


Рисунок 7 – Принципиальная схема разрабатываемого устройства

Список литературы:

1. Навигационное оборудование для судов бренда CIR / [Электронный ресурс] // Связь и радионавигация: [сайт]. — URL: <https://cirspb.ru/blog/other-articles/navigatsionnoe-oborudovanie-dlya-sudov-brenda-cir/?ysclid=m9vffihxpi704902946> (дата обращения: 24.04.2025).
2. Размножитель сигналов NMEA / [Электронный ресурс] // MARINEQ: [сайт]. — URL: <https://seacomm.ru/dokumentaciya/stati/razmnozhitel-signalov-nmea/> (дата обращения: 24.04.2025).
3. ADU-104: Distributor for Reliable Data Transmission in Maritime Communication Systems, Technical Guide by Maritime Electronics Corporation [Электронная документация], 2020. – 13 с.
4. MDU-102 User Guide [Электронная документация] г. Санкт-Петербург – 26 с.
5. Сумматор данных NMEA Unicont NC-117 (СД-117) / [Электронный ресурс] // Связь и радионавигация: [сайт]. — URL: <https://cirspb.ru/equipment-and-service/converters-distributors-data/unicont-nc-117/?ysclid=m9vgqurmlj438256877> (дата обращения: 24.04.2025).
6. Размножитель сигнала | NMEA | МИРАН MSN-2/8 / [Электронный ресурс] // MARINEQ: [сайт]. — URL: <https://seacomm.ru/catalog/miran-msn-2-8/> (дата обращения: 24.04.2025).
7. NPort 5110 MOXA / [Электронный ресурс] // ИнСат: [сайт]. — URL: <https://insat.ru/prices/info.php?pid=2843&yclid=11187712416440385535> (дата обращения: 24.04.2025).