

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 62-115

### **Преимущества модульной структуры грузового робота. использование нейросети для повышения точности навигации**

*В.О. Колесников, А.А. Атрохов, С.С. Пономаренко, И.В. Шевцов*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

**Аннотация.** Рассматривается создание конструкции грузового робота, состоящей из различных модулей, таких как навигация, ультразвуковые датчики, распределение энергии, управление мотор-колёсами и т. д. Это позволяет легко модифицировать робота для выполнения различных задач и быстро заменять поврежденные модули. Такая конструкция обеспечивает высокую гибкость и надежность работы робота. Нейросеть используется для повышения точности определения местоположения робота и направления его движения. Все это дает возможность создавать более эффективные и универсальные устройства, способные работать в различных условиях.

**Ключевые слова:** модуль навигации, инерциальный датчик, приемники GPS и ГЛОНАСС, нейросеть, точность позиционирования, грузовой робот, местоположение, направление движения, ультразвуковые датчики, навигационная система

### **Cargo Robot, Modular Structure and Navigation**

*Vyacheslav O. Kolesnikov, Andrei A. Atrokhov, Sergei S. Ponomarenko, Ilya V. Shevtsov*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

**Abstract.** The article considers the creation of a cargo robot design consisting of various modules, such as navigation, ultrasonic sensors, energy distribution, motor-wheel control, etc. This makes it easy to modify the robot to perform various tasks and quickly replace damaged modules. This design provides high flexibility and reliability of the work. The neural network is used to increase the accuracy of determining the robot's location and the direction of its movement. All this makes it possible to create more efficient and versatile devices that can work in various conditions.

**Keywords:** navigation module, inertial sensor, GPS and GLONASS receivers, neural network, positioning accuracy, cargo robot, location, direction of movement, ultrasonic sensors, navigation system

**Введение.** В последние годы технологии роботизации транспорта, задействованного в сферах услуг и производства, включая доставку грузов, привлекают все большее внимание специалистов. В данный момент на отечественном рынке только одна компания, «Яндекс», представила в тестовом варианте роботизированные транспортные платформы с грузоподъемностью до 15 килограммов, спроектированные причем совместно с компанией Starship Technologies со штаб-квартирой в США. Поэтому можно утверждать, что подобные разработки в данной сфере по-прежнему весьма актуальны и востребованны.

В частности, компания «Нейс-Юг», которая является официальным дилером MAN Трак энд Бас РУС, заинтересована в разработке грузового робота с грузоподъемностью до 100 килограммов, который мог бы перемещаться по открытой территории предприятия и перевозить грузы со склада к рабочим местам. В связи с этой задачей от компании «Нейс-Юг» авторы статьи ставят своей целью разработку грузового робота, способного решить ряд проблем, связанных с логистикой склада (рис. 1). Данное устройство должно быть оснащено системами навигации, обеспечивающими оптимальный маршрут движения, а также средствами управления, позволяющими оператору контролировать его движение и работу.



Рис.1. Концепт грузового робота

**Основная часть.** Главная цель логистической деятельности заключается в снижении общих расходов путем сокращения рисков возможных потерь при реализации ее сервисного и инновационного потенциала.

В разработке грузового робота важно учесть множество факторов, связанных с его функциональностью. Успешное выполнение проекта позволит компании значительно повысить эффективность деятельности, снять дополнительную нагрузку с работников и оперативно доставлять необходимые грузы со склада до рабочих мест. Кроме того, данный проект может стать важным шагом вперед для всей отечественной робототехники и способствовать развитию этой отрасли в России. Создание новых рабочих мест и привлечение инвестиций также могут стать результатами осуществления данного проекта.

Однако, чтобы добиться успеха в этой сфере, необходимо учитывать множество дополнительных факторов, таких как технические особенности робота, его стоимость, безопасность и экологичность при использовании. Но в любом случае разработка грузовых роботов является перспективным направлением деятельности и может быть использована в различных сферах, начиная от производства и складской логистики, заканчивая системами доставки по городу и инфраструктурой обслуживания.

**Модульная архитектура** — это инновационный подход к созданию роботов, который предоставляет множество преимуществ, по сравнению с традиционной монолитной архитектурой (рис. 2). Каждый модуль, к примеру модули движения или восприятия окружающей среды, выполняет свою специфическую функцию и может быть легко заменен или улучшен, причем без разрушения всей структуры робота. Это делает процесс обновления и модернизации более простым и дешевым. Модульная структура робота отличается такими качествами, как гибкость, масштабируемость, надежность и безопасность. Кроме того, она облегчает отладку и тестирование робота, поскольку каждый модуль может быть проверен и настроен независимо от других, это экономит время и деньги на ремонт и обслуживание устройства.

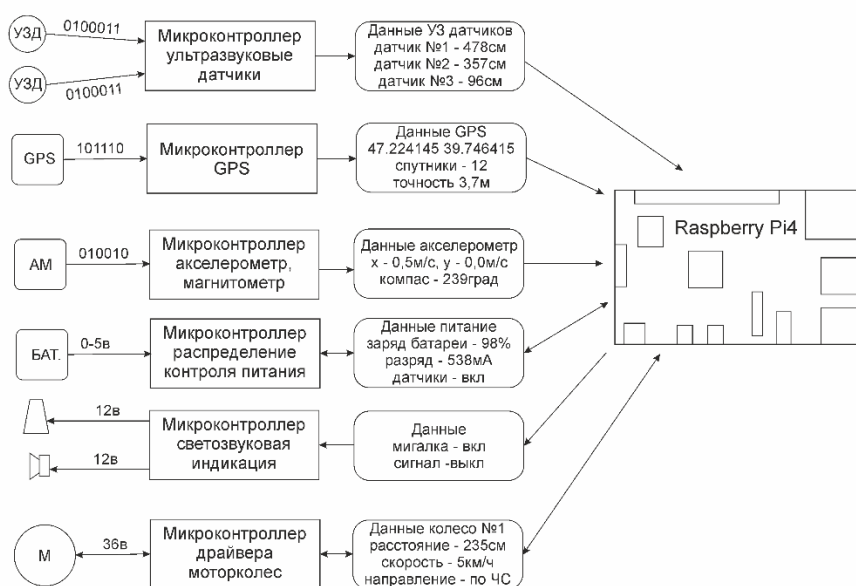


Рис. 2. Схема передачи данных в модульной компоновке

Также модульность позволяет быстро и просто адаптировать робота под различные условия и задачи. Например, если робот, спроектированный для складской логистики, нужно перепрограммировать для работы на фабрике, то достаточно заменить модули, отвечающие за выполнение соответствующих задач.

Кроме того, модульность может снизить стоимость создания робота. Вместо того, чтобы создавать каждый раз новое устройство с нуля, можно использовать уже существующие модули и комбинировать их для создания новых роботов.

Модульная структура робота:

1. Модуль навигации. Он включает в себя инерциальный датчик, компас, а также приемники GPS и ГЛОНАСС. Этот модуль сообщает более точные данные о местоположении и направлении движения робота (рис. 3).

2. Модуль ультразвуковых датчиков. Он состоит из восьми ультразвуковых датчиков, расположенных по периметру устройства. Они определяют расстояние до препятствий, что позволяет роботу успешно их избегать на своем пути.

3. Модуль контроля энергопитания — один из наиболее важных элементов. Он отвечает за распределение электроэнергии между всеми модулями грузового робота, а также за заряд и разряд аккумулятора. Это позволяет пользователям оптимизировать использование энергии и продлевать время работы без подзарядки.

4. Модуль движения управляет мотор-колесами и фиксирует пройденное расстояние с помощью датчиков хода, которые фиксируют обороты колес. Этот модуль отвечает за передвижение робота и реализацию траектории движения.

5. Модуль светозвуковой сигнализации, который подает соответствующие сигналы.

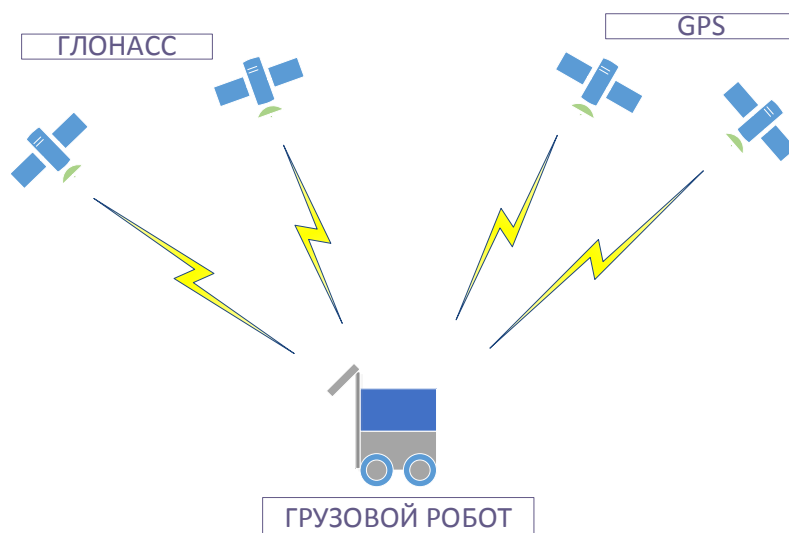


Рис. 3. Работа двух систем навигации, ГЛОНАСС и GPS, повышение точности системы навигации при помощи нейросети

Предложенная модульная архитектура позволяет интегрировать другие модули, такие как модуль лидара, модуль управления через веб-камеру с помощью машинного зрения, модуль управления роботу рукой, чтобы робот мог выполнять более сложные задачи, например открытие или закрытие дверей и самостоятельная погрузка.

Команда авторов разрабатывает систему управления и навигации для грузового робота, которая должна обеспечивать простое и понятное управление им. Это позволяет оператору без специальной подготовки быстро освоить управление роботом и использовать его для решения различных задач.

С помощью наземной инфраструктуры и более сложного навигационного оборудования и ГЛОНАСС, и GPS могут выдавать координаты с точностью до нескольких миллиметров [1]. Модуль ультразвуковых датчиков является важным компонентом в создании более эффективных и универсальных роботов. Использование модуля ультразвуковых датчиков в сочетании с модулем навигации с нейросетью — эффективное решение для создания универсальных роботов, которые могут работать в различных условиях и выполнять разнообразные задачи (рис. 4). Благодаря этому роботы могут быть более точными, безопасными и масштабируемыми. Однако важно при этом учитывать индивидуальные требования и особенности решаемой задачи, чтобы выбрать наиболее подходящие модули и системы для конкретного робота.



Рис.4. Перемещение грузового робота с использованием ультразвуковых датчиков в навигации

Ультразвуковые датчики идеально подавляют фоновые шумы, так как расстояние до объекта определяется с помощью измерения времени полета звуковой волны, а не её интенсивности. В этом отношении ультразвуковым датчикам шумовые помехи не страшны [2].

**Заключение.** Модульная архитектура роботов обладает множеством преимуществ, таких как гибкость, масштабируемость, надежность и безопасность. Кроме того, модульная архитектура позволяет улучшить функциональность и эффективность этих устройств путем добавления и замены модулей.

В целом все используемые модули и применяемые подходы к работе с ними помогают создавать более эффективных и универсальных роботов, которые могут выполнять сложные задачи в различных условиях.

#### Библиографический список

1. Горнов Р. Что лучше — ГЛОНАСС или GPS: главные различия систем навигации. *Zoom*. URL: <https://zoom.cnews.ru/publication/item/64421> (дата обращения: 02.10.2023).
2. Ультразвуковые датчики (часть 2). Типы и работа. Применение. *Энциклопедия электрика*. URL: <https://oooevna.ru/ultrazvukovye-datchiki> (дата обращения: 02.10.2023).

#### Об авторах:

**Колесников Вячеслав Олегович**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [slava\\_tehnostar@mail.ru](mailto:slava_tehnostar@mail.ru)

**Атрохов Андрей Александрович**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [andrey.at2000@yandex.ru](mailto:andrey.at2000@yandex.ru)

**Пономаренко Сергей Сергеевич**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [kreol092000@gmail.com](mailto:kreol092000@gmail.com)

**Шевцов Илья Витальевич**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [shepidos@yandex.ru](mailto:shepidos@yandex.ru)

#### About the Authors:

**Vyacheslav O. Kolesnikov**, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [slava\\_tehnostar@mail.ru](mailto:slava_tehnostar@mail.ru)

**Andrei A. Atrokhov**, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [andrey.at2000@yandex.ru](mailto:andrey.at2000@yandex.ru)

**Sergei S. Ponomarenko**, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [kreol092000@gmail.com](mailto:kreol092000@gmail.com)

**Ilya V. Shevtsov**, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [shepidos@yandex.ru](mailto:shepidos@yandex.ru)