



## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 15.04.06

### Концепция мобильного робота для логистических операций на предприятии автосервиса

*А.А. Атрохов, Э.В. Марченко, М.А. Савченко, И.В. Шевцов*

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

**Аннотация.** В статье рассмотрен концепт мобильного робота, предназначенного для выполнения логистических операций на предприятии автосервиса. Представлен анализ основных элементов конструкции. Подобран материал рамы, определены тип и материал подвески. Предложена модульная конструкция для упрощения модернизации и дополнений. Спроектированы имитационная и 3D-модели робота. Согласно исследованиям кинематики, концепт способен перемещаться по различным твердым поверхностям.

**Ключевые слова:** складская логистика, мобильный робот, танковая кинематика.

### The Concept of a Mobile Robot for Logistics Operations at a Car Service Enterprise

*Andrey A Atrohov, Edward V Marchenko, Margarita A Savchenko, Ilya V Shevtsov*

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

**Abstract.** The article considers the concept of a mobile robot designed to perform logistics operations at a car service enterprise. An analysis of the main structural elements is presented. The frame material was selected, the type and material of the suspension were determined. A modular design is proposed to simplify upgrades and additions. Simulation and 3D models of the robot were designed. According to kinematics studies, the concept is able to move on various solid surfaces.

**Keywords:** warehouse logistics, mobile robot, tank kinematics.

**Введение.** На многих предприятиях грузы перемещаются от склада до рабочей зоны вручную или с помощью гидравлических тележек (рохлей). Такая практика сложилась, например, в ООО «Нейс-Юг». Компания продает автотехнику, занимается техобслуживанием и ремонтом, устанавливает газовое баллонное оборудование. Механикам приходится десятки раз в день преодолевать значительные расстояния от рабочего места до склада и перемещать грузы до 80 кг. На это затрачивается значительное количество рабочего времени.

Согласно Федеральному закону №426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [1], для механиков опасными и вредными факторами являются тяжесть и напряженность трудового процесса. На работе они подвержены статическим, динамическим, умственным и нервно-психическим перегрузкам.

Цель работы — представить техническое решение, позволяющее сократить нерациональное использование рабочего времени механиков и повысить эффективность доставки грузов со склада в ремонтную зону. Этому может способствовать автономный мобильный робот, специально созданный для выполнения складских операций.

Согласно условиям эксплуатации определены технические характеристики концепта:

- габариты робота — 800×450×1000 мм,
- габариты грузового контейнера — 600×400×400 мм,
- грузоподъемность — 100 кг,
- скорость перемещения — 5 км/ч,
- перемещение от склада к ремонтной зоне по улице,
- поверхность перемещения — асфальт с уклонами не более 15°,
- степень пылевлагозащиты — IP56,
- рабочие температуры — от –40 °С до +50 °С,
- комплектующие отечественного и китайского производства.

**Основная часть.** Робот представляет собой каркасную конструкцию с рамой из стальных квадратных труб  $40 \times 40 \times 1,5$  (ГОСТ 8639-82 [2]) и обшивкой из алюминиевых листов (ГОСТ 21631-2019 [3]) толщиной 1–3 мм (рис. 1). Ходовая часть состоит из четырех 10-дюймовых мотор-колес мощностью 350 Вт. Жестко зафиксированная, безрессорная подвеска реализует танковую кинематику.



Рис. 1. Концепт робота для логистической операций

Конструкция мобильного робота предусматривает установку следующих устройств:

- система голосового оповещения о перемещении, ошибках, низком заряде;
- датчики веса, которые не позволят перегрузить робота сверх нормы;
- система дистанционного открывания ворот;
- герметичный влагозащищенный бокс для электроники.

В симуляторе роботов CoppeliaSim EDU исследована кинематика движения на различных типах поверхностей. Изучены силы и моменты, возникающие в конструкции. Не зафиксированы отклонения или нарушения в функционировании робота. Имитационная модель представлена на рис. 2.

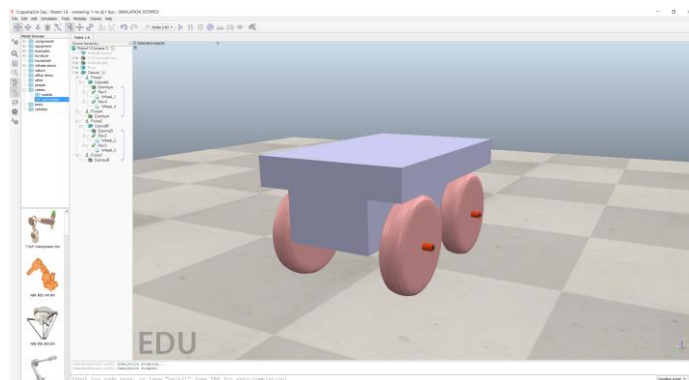


Рис. 2. Имитационная модель робота для логистической операций

В системе автоматизированного проектирования создана 3D-модель для проработки концепта и прочностных испытаний. На рис. 3 представлена 3D-модель и центр масс робота с грузом и без груза.

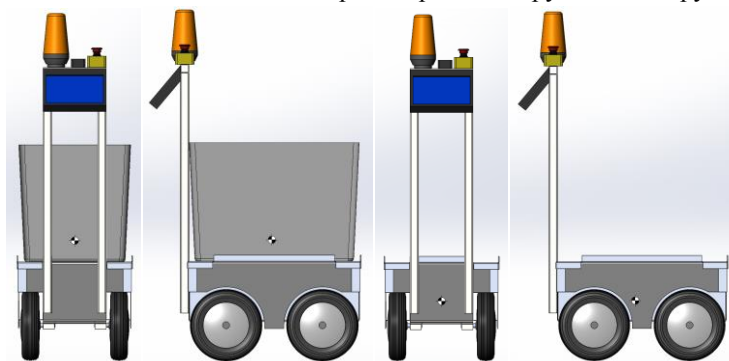


Рис. 3. 3D-модель робота для складской логистики

В зависимости от загрузки мобильный робот способен перемещаться по поверхности с уклоном 25–45 градусов и преодолевать соответствующие подъемы.

**Заключение.** Предложена концепция робота для выполнения логистических задач на предприятиях с большими складами, удаленными от других производственных площадок. Установлено, что предложенное решение позволит повысить эффективность работы механиков, занятых ремонтом автотехники. Робот будет доставлять грузы со склада к рабочему месту специалиста. Концепт объединяет мобильную платформу, сменный контейнер для грузов и систему управления и навигации. Технические характеристики:

- габариты робота — 742×400×977 мм,
- габариты грузового контейнера — 600×400×400 мм,
- грузоподъемность — 100 кг,
- скорость перемещения — 5 км/ч,
- перемещение — от склада к ремонтной зоне по улице,
- поверхность перемещения — асфальт, плитка и иные твердые поверхности с уклонами 25°–45° (в зависимости от загрузки),
- степень пылевлагозащиты — IP56,
- рабочие температуры — от –50 °С до +60 °С,
- комплектующие отечественного и китайского производства.

#### Библиографический список

1. *О специальной оценке условий труда.* Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013г. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/) (дата обращения: 13.05.2023).
2. ГОСТ 8639-82. *Межгосударственный стандарт. Трубы стальные квадратные. Сортамент.* Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва: Стандартинформ; 2005. 17 с.
3. ГОСТ 21631-2019 *Межгосударственный стандарт. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.* Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Москва: Стандартинформ; 2020. 35 с.

#### Об авторах

**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)

**Марченко Эдвард Викторович**, доцент кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, [daedwardrambler.ru@mail.ru](mailto:daedwardrambler.ru@mail.ru)

**Савченко Маргарита Александровна**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1).

**Шевцов Илья Витальевич**, магистрант кафедры «Робототехника и мехатроника» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1).

#### About the Authors:

**Andrey A. Atrohov**, 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)

**Edward V. Marchenko**, associate professor of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand. Sci. (Eng.), [daedwardrambler.ru@mail.ru](mailto:daedwardrambler.ru@mail.ru)

**Margarita A. Savchenko**, Master's degree student of the Robotics and Mechatronics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, RF).

**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).