

DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2>

ПЕРЕДВИЖНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ РЕМОНТНАЯ СТАНЦИЯ

Научная статья

Медведев В.О.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0004-9410-5483;

¹ Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (vadyusha_medvedev2003[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассмотрена разработка передвижной роботизированной ремонтной станции. Станция является вспомогательным оборудованием для транспортировки инструментов и материалов для осуществления ремонтных работ, а также является портативным источником электроэнергии для питания электроинструментов. В статье выбран источник питания станции, который способен обеспечить работоспособность всех её узлов. Рассмотрены способы управления ремонтной станции, а также применение автопилота. В статье описаны устройства, которыми оснащена ремонтная станция. Представлены функции и возможности станции в тех или иных условиях, которые облегчат работу и повысят эффективность ремонтных бригад на различных предприятиях.

Ключевые слова: ремонтная станция, автопилот, дистанционное управление, беспилотник.

MOBILE ROBOTIC REPAIR STATION

Research article

Medvedev V.O.^{1,*}

¹ ORCID : 0009-0004-9410-5483;

¹ Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (vadyusha_medvedev2003[at]mail.ru)

Abstract

The article reviews the development of a mobile robotic repair station. The station is auxiliary equipment for transporting tools and materials for repair work, and is also a portable source of electricity for powering tools. In the article, the power source of the station which is capable to provide operability of all its units is chosen. The ways of controlling the repair station, as well as the use of autopilot, are examined. The paper describes the devices with which the repair station is equipped. The functions and capabilities of the station in certain conditions are presented, which will facilitate the work and increase the efficiency of repair teams at various enterprises.

Keywords: repair station, autopilot, remote control, drone.

Введение

На предприятиях имеются команды по ремонту, состоящие из разных специалистов (электриков, слесарей и т.п.). Предприятия занимают большую территории, и чтобы добраться от расположения ремонтной команды до места проведения работ, необходимо преодолеть значительное расстояние, при этом необходимо также доставить инструменты и необходимые материалы, а их суммарная масса может достигать несколько килограмм. Перенос такого веса на большие дистанции может увеличить риск получения травм. Если обслуживание или ремонт производятся на улице, то для это потребуются электрогенератор, который имеет большую массу. Для решения транспортировки инструментов и материалов, а также обеспечение рабочего места электроэнергией предлагается использование передвижной роботизированной ремонтной станции, прототип которой изображен на рисунке 1.

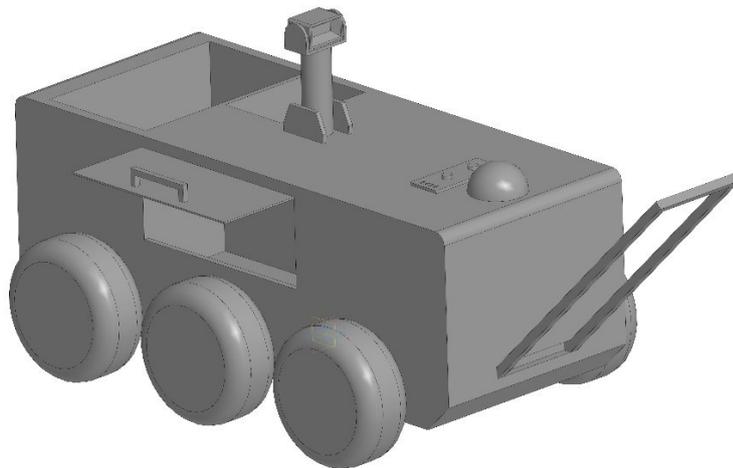


Рисунок 1 - Прототип передвижной ремонтной станции
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2.1>

Наличие на станции специальных креплений и отсеков, позволяет рабочему укладывать инструменты и материалы, а затем отправляться к месту проведения работ, при этом станция сама будет следовать за ним с оптимальной скоростью. Передвижение ремонтной станции осуществляется за счет электротяги, создаваемой мотор-колёсами [1].

Целью данной статьи является создание передвижной ремонтной станции с функцией следования за рабочим, что упростит его труд и обеспечит комфортные условия труда. Материалы, изложенные в статье, помогут поддержать развитие роботизированных и автопилотных (самоходных) технологий в сфере транспорта и проектировании дронов.

Актуальность темы статьи определяется тем, что в современном обществе роботизация и роботостроение являются предметом повышенного внимания учёных и молодого поколения, а также является перспективной областью исследования. Благодаря быстрому развитию технологий робототехника является востребованной и инновационной сферой промышленности. Применение этих технологий увеличит эффективность и точность работы, а также уменьшит риски для человека.

Техническим заданием для начала работы над проектом «Передвижная роботизированная ремонтная станция», является необходимость улучшить условия труда ремонтных команд и интегрировать роботизированные технологии в транспортные средства. Создать вспомогательное оборудование для ремонта, которое повысит производительность и эффективность работы, уменьшит риски для сотрудников и улучшит качество обслуживания оборудования. Разработанная станция сможет быстро и эффективно помочь в ремонте и восстановлении инфраструктуры или техники, пострадавшей в условиях бедствий или кризисных ситуаций.

Внешний вид станции и способы её управления

Роботизированная ремонтная станция относится к области транспортных средств, а именно к самоходным, роботизированным тележкам, и предназначена для выполнения разнообразных задач. Станция состоит из корпуса, оснащённого 6-ю колёсами, небольшим прожектором, ящиками и крепежами для размещения разного вида инструментов и инструментов в кейсах. Для подключения электроинструментов, предусмотрен встроенный удлинитель, питающийся от станции. По периметру корпуса станции, установлена светоотражающая лента, выполненная в соответствии с ГОСТ Р 50971-2011 [2].

Для того чтобы оператор управлял станцией, используется специальный джойстик и приложение для телефона. В приложении отображается номер станции, а также выводится информация об уровне заряда батареи в процентах и приблизительное время работы. Телефон фиксируется в специальном месте на джойстике и служит экраном для трансляции изображения с камеры, установленной на станции. Основное управление осуществляется с помощью джойстика, а перемещение пальца по экрану телефона позволяет изменять направление обзора камеры [3].

Сотрудник также может выполнять управление станцией. Рядом с камерой установлен микрофон, который дает возможность рабочему управлять станцией с помощью голосовых команд. Если рабочему необходимо остановиться, то используется команда «стоп», и станция остановится. Для возобновления движения, применяется команда «пуск», и станция вновь продолжит движение за рабочим. В приложении для станции предусмотрена опция для регулировки дистанции между станцией и рабочим.

Силовая установка и аккумулятор станции

Станция оборудована 6-ю колёсами, из которых 2 стандартные для обеспечения устойчивости и равномерного распределения нагрузки. Другие 4-е являются мотор-колёсами, отвечающими за создание крутящего момента,

необходимого для перемещения ремонтной станции. Мотор-колёса обеспечивают возможность достижение и поддержку скорости в диапазоне 3 – 5 км/ч.

Конструкция мотор-колеса содержит привод вращения, размещенный на ободе колеса, а также амортизирующее устройство и привод поворота колеса, которые размещены внутри диска колеса. Такое конструкционное решение позволяет повысить проходимость ремонтной станции и улучшает поглощение колебаний подвески при проезде по неровностям. Достигается это за счёт установки в мотор-колесе два кронштейна, закрепленных на диаметрально противоположных местах внутри диска колеса. Система подвески, размещенная внутри диска, крепится к указанным кронштейнам и включает амортизатор и две пружины. Электродвигатель, обеспечивающий вращение мотор-колеса, интегрирован с системой подвески и приводом поворота колеса [4].

Энергоснабжение ремонтной станции обеспечивается тяговым аккумулятором, который обеспечивает необходимую мощность для её механизмов. Аккумуляторная батарея должна иметь достаточную ёмкость для поддержания ремонтной станции в рабочем состоянии в течение 8-9 часов.

Для соответствия этих требований рекомендуется использовать тяговый литий-ионный аккумулятор на 24В и 300Ач, рисунок 2. Данный аккумулятор подойдёт для ежедневного применения. В аккумулятор встроены датчик, отображающий уровень заряда в реальном времени, а также передаёт данные об аккумуляторе на телефон. Использование литий-ионного компонента в аккумуляторе, позволяет сократить время зарядки станции до 2-х часов, а также снизить время разрядки аккумулятора [5], [6].



Рисунок 2 - Тяговый литий-ионный аккумулятор 24В, 300Ач
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2.2>

Для удовлетворения потребностей по электроэнергии для станции предлагается вариант установки литий-ионной аккумуляторной батареи на 44В и 360Ач, рисунок 3. Более высокое напряжение этой батареи позволяет применять более мощные электроинструменты. Увеличенная ёмкость, позволяет компенсировать расход заряда при использовании мощного оборудования, благодаря чему время работы остаётся неизменным. Для удобства эксплуатации батарея оснащена индикатором уровня заряда. Каждое деление индикатора соответствует 10% полного заряда аккумуляторной батареи. Конструкция батареи позволяет использовать ремонтную станцию при температуре от -30 до 80 градусов Цельсия [7].



Рисунок 3 - Литий-ионная аккумуляторная батарея 44В, 360Ач
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2.3>

Оснащение станции

Фронтальная часть станции оборудована камерой, способной вращаться на 360 градусов. В камеру встроен датчик слежения, позволяющий станции следовать за рабочим и находиться от него на заданном расстоянии. Под камерой оборудован отсек с кабелем для зарядки станции. Сверху расположена панель, на которой оборудованы кнопка включения и выключения станции, автопилота и управления оператором, а также индикатор уровня заряда аккумулятора. В нижней части установлена выдвижная ручка для транспортировки станции, в случае разряда аккумулятора.

С тыльной стороны расположены два небольших отсека для хранения инструментов, но также возможно установление выдвижных ящиков. Набор инструментов для таких ящиков может быть разнообразным, и подбирается исходя из вида выполняемых работ. Например, может быть предложен набор из 323 предметов, и включает в себя 17 ложементов (подложка для фиксации инструментов), который изображен на рисунке 4. Ложементы сделаны из материала – EVA (ЭВА, этиленвинилацетатная). Данный материал выбран, исходя из его характеристик, а именно легкости, высокой прочности, стойкостью к маслам и растворителям, а при деформации возвращает прежнюю форму. Для дополнительной защиты верхняя поверхность ложементов покрыта пластиком. В нижней части встроен удлинитель на 2 розетки и длиной провода 15 метров [8].

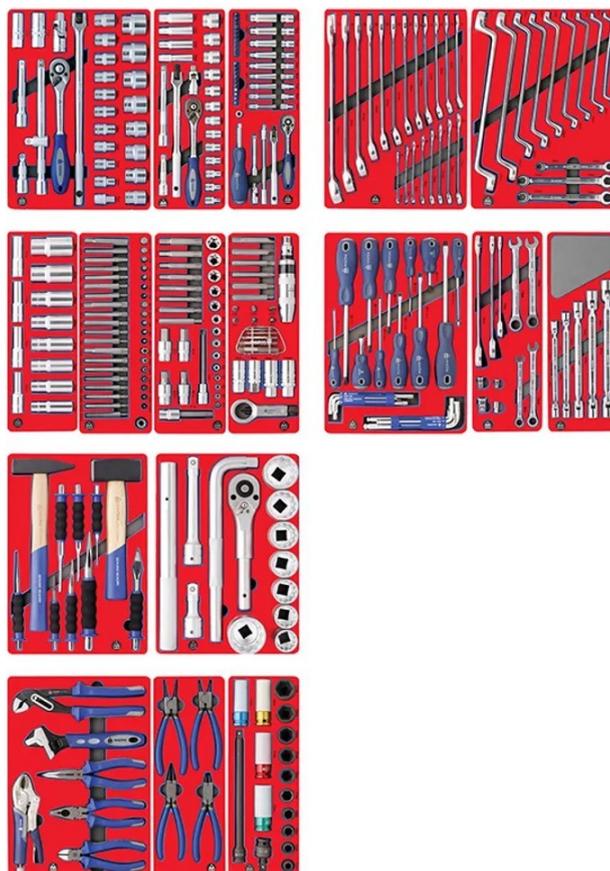


Рисунок 4 - Пример набора инструментов для выдвижных ящиков
 DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2.4>

Для избежания столкновений ремонтной станции с объектами, предлагается оснастить её радарными системами по два устройства спереди и сзади. Радар излучает радиоимпульсы, которые отражаются от препятствий и передаются на принимающую антенну, позволяя станции «видеть» препятствия. Полученные данные помогают станции корректировать свою скорость и траекторию движения [9].

На верхней части станции располагается небольшой прожектор. В качестве примера предлагается использовать светодиодную фару-прожектор для автомобиля на 24В и мощностью 48Вт, рисунок 5. Данный прожектор выбран из-за яркого белого света светодиодов и небольших габаритных размеров 8,5*2*8,5 (длина, ширина, высота соответственно), позволяющих разместить прожектор горизонтально на корпусе в момент транспортировки станции. При необходимости прожектор можно поднять и зафиксировать на высоте 200 мм над корпусом, что даст возможность вращать его на 360 градусов по горизонтали и от -45 до 90 градусов по вертикали. По периметру станции установлена светодиодная лента для дополнительного освещения при отсутствии необходимости в прожекторе.



Рисунок 5 - Светодиодная фара-прожектор
DOI: <https://doi.org/10.60797/ENGIN.2025.6.2.5>

С правой стороны за дверцей располагается просторное отделение, специально спроектированное для установки воздушного компрессора. Для этого подходит двухцилиндровый электрокомпрессор 95 л/мин AUTOVIRAZH AV-010999. Питание компрессор будет получать от станции, а наличие двух рабочих цилиндров обеспечивают компрессор высокой производительностью. Выбор данного компрессора обусловлен наличием защиты от перегрева, универсальных переходников, автостопа и цифрового манометра.

В качестве альтернативного можно рассмотреть электрический компрессор МАЯКАВТО АС1500та 300 л/мин. Он также будет получать питание от станции и, несмотря на наличие двух рабочих цилиндров, отличается большей мощностью. У этого компрессора установлен аналоговый манометр без автостопа, есть защита от перегрева, но отсутствует цифровой дисплей. Длина воздушного шланга составляет 5 метров, в отличие от 3,75 метров у AUTOVIRAZH AV-010999. Если требуется более мощный компрессор, стоит выбрать МАЯКАВТО АС1500та, в то время как для комфорта в работе лучше подойдет AUTOVIRAZH AV-010999 [10], [11].

С левой стороны за крышкой расположено техническое отделение для аккумулятора. При необходимости его можно демонтировать для ремонта, обслуживания или замены.

Заключение

Обобщив сказанное, можно сделать вывод, что данная передвижная роботизированная ремонтная станция станет полезным оборудованием для помощи рабочим при ремонте или обслуживании. Благодаря её оснащению и всевозможным вариантам комплектаций, станция способна выполнять множество функций и работ. Наличие управления при помощи голосовых команд, позволяет удобно и просто управлять станцией при следовании за рабочим. Возможность менять оснащение станции и устанавливать на неё разное оборудование, позволяет применять станцию не только на производствах, но и в строительстве, и во многих других отраслях. Это является хорошей перспективой развития данной идеи.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Гладков С.Д. Роботизированное транспортное средство специального назначения / С.Д. Гладков // Логистические системы в глобальной экономике. — 2023. — № 13. — С. 188–189.
2. Патент на полезную модель № 211834 U1 Российская Федерация, МПК B62D 63/02, B60L 53/80, B60S 5/06. Роботизированная тележка замены аккумуляторных батарей : № 2022107966 : заявл. 25.03.2022 : опубл. 24.06.2022 / Р.Н. Гилманов, А.Ф. Никитов; заявитель Публичное акционерное общество "КАМАЗ". — EDN ZMBSXE.
3. Патент № 2800784 C1 Российская Федерация, МПК B62D 63/00, B62D 5/04. Роботизированная модульная тележка : № 2023103135 : заявл. 13.02.2023 : опубл. 28.07.2023 / М.В. Зотов; заявитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ДС-РОБОТИКС". — EDN APXYLU.
4. Патент на полезную модель № 167876 U1 Российская Федерация, МПК B60K 7/00, B60G 3/00. Мотор-колесо : № 2016122949 : заявл. 09.06.2016 : опубл. 11.01.2017 / А.Б. Федорушков, Е.А. Лазарев; заявитель Акционерное общество Научно-Технический Центр "РОКАД". — EDN JOKKYI.
5. Тяговый литий-ионный аккумулятор Энергоэлемент 24V 300Ah // Энергоэлемент. — 2024. — URL: https://www.energo-e.ru/shop/energoelement_24v_300ah_.html#desc (дата обращения: 28.09.2024).
6. Nesterenko G. On the issue of charging traction batteries for mainline road transport / G. Nesterenko, I. Nesterenko, V. Khudiakova [et al.] // E3s web of conferences : X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024). — Vol. 548. — Les Ulis : EDP Sciences, 2024. — P. 04003. DOI: 10.1051/e3sconf/202454804003.
7. Литий-ионная аккумуляторная батарея 44 В 360 Ач // Курс. — 2024. — URL: <https://zaokurs.ru/katalog/akkumulyatornyie-batarei/litij-ionnyie-tyagovyie-akkumulyatoryi/litij-ionnaya-akkumulyatoraya-batareya-44-v-360-ach> (дата обращения: 21.11.2024).
8. МАСТАК (5-00323) Набор инструментов "ЭКСПЕРТ" для тележки, 17 ложементов, 323 предмета // МАСТАК Ярославль. — 2024. — URL: <https://mactak-yaroslavl.ru/collection/moduli-instrumentov/product/5-00323> (дата обращения: 30.09.2024).
9. Хохлов Д.И. Применение беспилотных снегоуборочных машин для очистки дорог от снега / Д.И. Хохлов // Наш выбор – наука! : Сборник статей IV Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 24 января 2024 года. — Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. — С. 29–33.
10. Двухцилиндровый компрессор 95 л/мин с цифровым манометром и функцией автостоп AUTOVIRAZH AV-010999 // Все инструменты.ру. — 2024. — URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/dvuhtsilindrovyyj-kompressor-95-l-min-s-tsifr-manom-i-funks-avtostop-autovirazh-av-010999-1062888/> (дата обращения: 30.09.2024).
11. Нестеренко Г.А. Экологические аспекты эксплуатации электромобилей / Г.А. Нестеренко, Т.В. Чибикова, С.А. Войнаш [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2024. — № 5. — С. 507–510. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-507-508.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gladkov S.D. Robotizirovannoe transportnoe sredstvo special'nogo naznachenija [Robotic vehicle for special purposes] / S.D. Gladkov // Logisticheskie sistemy v global'noj jekonomike [Logistics Systems in the Global Economy]. — 2023. — № 13. — P. 188–189. [in Russian]
2. Utility Model Patent № 211834 U1 Russian Federation, IPC B62D 63/02, B60L 53/80, B60S 5/06. Robotizirovannaja telezhka zameny akkumuljatornyh batarej [Robotic Battery Replacement Cart] : № 2022107966 : declared 25.03.2022 : published 24.06.2022 / R.N. Gilmanov, A.F. Nikitov; applicant KAMAZ Public Joint Stock Company. — EDN ZMBSXE. [in Russian]
3. Patent № 2800784 C1 Russian Federation, IPC B62D 63/00, B62D 5/04. robotizirovannaja modul'naja telezhka [Robotic modular trolley] : № 2023103135 : declared 13.02.2023 : published 28.07.2023 / M. V. Zotov; applicant LIMITED LIABILITY COMPANY "DS-ROBOTICS". — EDN APXYLU. [in Russian]
4. Utility Model Patent № 167876 U1 Russian Federation, IPC B60K 7/00, B60G 3/00. Motor-koleso [Motor-wheel] : № 2016122949 : declared 09.06.2016 : published 11.01.2017 / A.B. Fedorushkov, E.A. Lazarev; applicant Joint-Stock Company Scientific and Technical Center "ROKAD". — EDN JOKKYI. [in Russian]
5. Tjagovyj litij-ionnyj akkumuljator Jenergojelement 24V 300Ah [Traction Li-ion Battery Power Cell 24V 300Ah] // Energoelement [Energy Element]. — 2024. — URL: https://www.energo-e.ru/shop/energoelement_24v_300ah_.html#desc (accessed: 28.09.2024). [in Russian]
6. Nesterenko G. On the issue of charging traction batteries for mainline road transport / G. Nesterenko, I. Nesterenko, V. Khudiakova [et al.] // E3s web of conferences : X International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental

Engineering and Sustainable Development (AGRITECH-X 2024). — Vol. 548. — Les Ulis : EDP Sciences, 2024. — P. 04003. DOI: 10.1051/e3sconf/202454804003.

7. Litij-ionnaja akkumuljatornaja batareja 44 V 360 Ach [Lithium-ion battery 44V 360Ah] // Kurs [Well]. — 2024. — URL: <https://zaokurs.ru/katalog/akkumulyatornyie-batarei/litij-ionnyie-tyagovyie-akkumulyatoryi/litij-ionnaya-akkumulyatoraya-batareya-44-v-360-ach> (accessed: 21.11.2024). [in Russian]

8. MASTAK (5-00323) Nabor instrumentov "JeKSPERT" dlja telezhki, 17 lozhementov, 323 predmeta [MASTAK (5-00323) Set of tools "EXPERT" for the cart, 17 lodgments, 323 items] // MASTAK Jaroslavl' [MASTAK Jaroslavl' 16 / 5 000 MASTAK Jaroslavl]. — 2024. — URL: <https://mactak-jaroslavl.ru/collection/moduli-instrumentov/product/5-00323> (accessed: 30.09.2024). [in Russian]

9. Khokhlov D.I. Primenenie bespilotnyh snegouborochnyh mashin dlja ochistki dorog ot snega [Use of unmanned snow removal machines for clearing roads of snow] / D. I. Khokhlov // Nash vybor – nauka! [Our choice is science!] : Collection of articles of the IV International Research Competition, Petrozavodsk, January 24, 2024. — Petrozavodsk : International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2024. — P. 29–33. [in Russian]

10. Dvuhcilindrovyy kompressor 95 l/min s cifrovym manometrom i funkciej avtostop AUTOVIRAZH AV-010999 [Two-cylinder compressor 95 l/min with digital pressure gauge and autostop function AUTOVIRAZH AV-010999] // Vse instrumenty.ru. — 2024. — URL: <https://www.vseinstrumenti.ru/product/dvuhtsilindrovyy-kompressor-95-l-min-s-tsifrmanom-i-funkts-avtostop-autovirazh-av-010999-1062888/> (accessed: 30.09.2024). [in Russian]

11. Nesterenko G.A. Jekologicheskie aspekty jekspluatacii jelektromobilej [Environmental aspects of operation of electric vehicles] / G.A. Nesterenko, T.V. Chibikova, S.A. Voynash [et al.] // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki [Bulletin of Tula State University. Engineering sciences]. — 2024. — № 5. — P. 507–510. DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-507-508. [in Russian]