

Разработка прототипа робота помощника доставки ремонтных комплектов и химических реагентов в электромонтажной мастерской

А. В. Лавренов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

avlavrenov@etu.ru

И. М. Новожилов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

novozhilovim@list.ru

Аннотация. Проект посвящен созданию функционального робота-помощника, способного справляться с задачами по доставке материалов на рабочие места. Проект будет реализовываться на примере электромонтажной мастерской СПб ГБОУ «СПб ТКУиК», которая предоставляет обучение в области технических специальностей. Основные вопросы, рассмотренные в данной работе: изучение существующих подходов к разработке и применению робототехнических систем в электромонтажных мастерских; анализ потребностей и требований электромонтажной мастерской СПб ГБОУ «СПб ТКУиК»; проектирование прототипа балансирующего робота, с учетом специфики электромонтажных работ; разработка программного обеспечения для управления и координации работы робота; тестирование прототипа. Теоретическая значимость проекта заключается в изучении и применении современных технологий в области робототехники, автоматизированных систем доставки и электромонтажного производства.

Ключевые слова: робот, электромонтажные системы, электродвигатель, ступенчатая передача

I. ВВЕДЕНИЕ

Современный мир насыщен технологическими достижениями, которые значительно упрощают и автоматизируют многие сферы деятельности. В частности, электромонтажные мастерские сталкиваются с постоянной необходимостью доставки ремонтных комплектов и химических реагентов на рабочие места, чтобы обеспечить бесперебойный и качественный ремонт электрооборудования.

С течением времени, возможности современных робототехнических систем существенно увеличились, открывая новые перспективы для автоматизации и повышения эффективности работы. В данном дипломном проекте рассматривается разработка прототипа балансирующего робота помощника, который будет выполнять роль доставки ремонтных комплектов и химических реагентов в электромонтажной мастерской. Разработка прототипа балансирующего робота помощника для доставки ремонтных комплектов и химических реагентов в электромонтажной мастерской в настоящее время является важной и актуальной. Такие роботы могут значительно упростить и ускорить

процессы в мастерской, обеспечить эффективное управление запасами и улучшить условия работы персонала. Разработка такого прототипа подразумевает применение передовых технологий в области робототехники, автоматизации и балансировки, что позволит повысить эффективность и конкурентоспособность бизнеса. Разработка прототипа балансирующего робота помощника доставки ремонтных комплектов и химических реагентов в электромонтажной мастерской является актуальной и востребованной задачей в нашей современной индустрии технологий. В сфере электромонтажа существует постоянная потребность в эффективной и безопасной доставке необходимых материалов и реагентов на рабочие места. Это особенно важно, учитывая рост сложности и объема работ, а также повышенные требования к безопасности и точности.

Разработка прототипа балансирующего робота помощника является ответом на эти потребности. Робот должен обладать возможностью самостоятельно перемещаться по рабочей зоне, выдерживая баланс и остротенность. Должен быть оснащен специальными отсеками для хранения ремонтных комплектов и химических реагентов, включая индивидуальное разделение для сохранности и предотвращения взаимодействия некомпатибельных веществ.

Прототип должен быть оснащен системой навигации, которая позволит ему самостоятельно и точно передвигаться по мастерской, избегая препятствий и учитывая особенности окружающей среды.

Разработка данного прототипа позволит значительно оптимизировать и ускорить процесс доставки необходимых материалов и реагентов, что сэкономит время и ресурсы электромонтажной мастерской. Кроме того, это также повысит безопасность и снизит риск возможных аварий или несчастных случаев за счет минимизации человеческого воздействия на эти операции.

Таким образом, разработка прототипа балансирующего робота помощника доставки ремонтных комплектов и химических реагентов является актуальным и перспективным направлением в современной электромонтажной индустрии. Он обеспечит более эффективную и безопасную работу

электромонтажных мастерских и способствует повышению качества и скорости выполнения работ.

II. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩИХ РОБОТОВ

Робот – это самостоятельное устройство, способное выполнять различные задачи, как правило, автоматически и без прямого участия человека. Роботы созданы для того, чтобы облегчить и улучшить нашу жизнь, а также справляться с задачами, которые человеку трудно или невозможно выполнить.

Одним из типов роботов является робот балансировки. Эти устройства способны поддерживать равновесие и устойчивую позицию в пространстве. Они обычно используются в таких областях, как робототехника, роботы-гулятельные или для особо сложных задач в промышленности. Роботы балансировки имеют специальные механизмы и алгоритмы, позволяющие им поддерживать стабильность и противостоять внешним факторам, а также принимать решения на основе данных со встроенных датчиков.

Ещё одним интересным типом роботов являются роботы доставщики. Они предназначены для автоматической доставки различных товаров и предметов в нужное место. Такие роботы могут использоваться в складских комплексах, больницах, аэропортах и других местах с большим потоком грузов и необходимостью оперативной и точной доставки. Робот-доставщик оснащен навигационными системами, датчиками препятствий и способен самостоятельно планировать оптимальный маршрут.

Первые прототипы роботов появились ещё в середине XX века. С тех пор технологии развивались, и роботы стали становиться все более функциональными и универсальными. Современные роботы используются в различных сферах: от производства и медицины до домашнего хозяйства и развлечений.

Таким образом, роботы – это надежные помощники и инструменты, способные значительно упростить нашу жизнь и повысить эффективность многих процессов. С развитием технологий можно ожидать ещё большего разнообразия роботов и новых их применений в будущем.

Используемые на складах роботы автоматизируют важные процессы там. Так, они перемещают товары к нужным стеллажам, сортируют их и в некоторых случаях обеспечивают хранение. Крупнейшими производителями таких роботов исследователи называют следующие компании (доли не указываются):

- ABB;
- Amazon;
- Yaskawa Electric;
- Honeywell Intelligrated;
- Omron Corporation;
- Fetch Robotics;
- Fanuc;

- Bastian Solutions;
- Yamaha Robotics;
- Siemens AG.

В исследовании отмечается, что роботизированный склад, в отличие от обычного, позволяет сократить участие оператора на различных этапах обработки грузов. Складские роботы справляются с любым действием в 3-4 раза быстрее человека. При этом они не устают, выдерживают значительные нагрузки и не снижают производительности. Автоматические помощники позволяют оптимизировать движение товаров и управление складскими запасами, более рационально использовать площади, а также исключить ошибки, обусловленные человеческим фактором.

Одним из типов роботов помощников доставки являются автономные мобильные роботы. Эти роботы оснащены колесами или гусеницами, что позволяет им свободно перемещаться по рабочей зоне. Они обладают системой навигации, которая позволяет им определять свое местоположение и строить оптимальный маршрут доставки. Автономные мобильные роботы могут быть оснащены специальными контейнерами или ящиками, в которых размещаются ремонтные комплекты и химические реагенты. Робот самостоятельно забирает необходимые материалы из хранилища и доставляет их на рабочие места.

Вторым типом роботов помощников доставки являются роботы-манипуляторы. Они обладают механическими руками, которые позволяют им брать и перемещать предметы. Роботы-манипуляторы могут быть оснащены специальными приспособлениями для удержания и переноски ремонтных комплектов и химических реагентов. Они также обладают системой навигации, что позволяет им перемещаться по рабочей зоне. Роботы-манипуляторы могут быть более гибкими в использовании, так как они способны выполнять более сложные задачи, такие как открытие и закрытие дверей, подъем и опускание предметов.

Третий тип роботов помощников доставки в электромонтажной мастерской. Дроны являются беспилотными летательными аппаратами, которые могут доставлять ремонтные комплекты и химические реагенты на рабочие места с помощью воздушного транспорта. Дроны обладают системой навигации, которая позволяет им определять свое местоположение и строить оптимальный маршрут доставки. Они могут быть оснащены специальными контейнерами или ящиками для перевозки материалов. Дроны обладают преимуществами в скорости доставки и возможности обходить препятствия на земле, однако они ограничены в весе перевозимых грузов и не могут доставлять крупногабаритные предметы.

Каждый из этих типов роботов помощников доставки имеет свои преимущества и недостатки. Автономные мобильные роботы обладают большой маневренностью и могут доставлять грузы различных размеров и веса. Однако они могут сталкиваться с препятствиями на своем пути и требуют систему навигации для определения местоположения и построения маршрута. Роботы-манипуляторы могут выполнять более сложные задачи, но они ограничены в скорости перемещения и

требуют точного определения координат объектов. Дроны обладают высокой скоростью доставки, но они ограничены в весе перевозимых грузов и требуют специальной инфраструктуры для взлета и посадки.

Таким образом, анализ существующих роботов помощников доставки в мастерской позволяет определить требования к прототипу и выявить потенциальные проблемы. Использование автономных мобильных роботов, роботов-манипуляторов или дронов может значительно повысить эффективность и скорость доставки на рабочие места. Однако каждый из этих типов роботов имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при разработке прототипа.

Преимущества существующих роботов помощников доставки в электромонтажной мастерской являются значительными. Во-первых, они способны снизить нагрузку на работников мастерской, освободив их от однотипных задач, таких как доставка материалов и инструментов. Это позволяет работникам сосредоточиться на выполнении более сложных и ответственных задач, повышая эффективность и качество работы.

Во-вторых, роботы помощники доставки обладают высокой точностью и надежностью в выполнении своих функций. Они оснащены специальными системами навигации, которые позволяют им оптимально выбирать маршруты и избегать препятствий на своем пути. Это позволяет им быстро и безопасно доставлять необходимые материалы и инструменты в нужные места.

Кроме того, роботы помощники доставки обладают высокой грузоподъемностью и вместимостью, что позволяет им перевозить большие и тяжелые предметы. Это особенно важно в электромонтажной мастерской, где часто используются крупные и габаритные комплектующие. Благодаря этому, роботы помощники доставки способны значительно упростить и ускорить процесс доставки материалов и инструментов, сократив время, затрачиваемое на эту операцию.

Однако, существующие роботы помощники доставки также имеют некоторые недостатки, которые необходимо учитывать при разработке прототипа. Во-первых, стоимость таких роботов может быть довольно высокой, особенно если учесть необходимость в специализированном оборудовании и программном обеспечении. Это может стать преградой для их широкого внедрения в малые и средние предприятия.

Кроме того, роботы помощники доставки требуют определенного уровня обслуживания и технической поддержки. Их системы навигации и управления должны постоянно обновляться и настраиваться под конкретные условия мастерской. Это требует наличия специалистов, обладающих соответствующими знаниями и навыками, что может быть затратным и сложным процессом.

Кроме того, роботы помощники доставки могут столкнуться с проблемами взаимодействия с другими устройствами и оборудованием в мастерской. Например, они могут испытывать трудности при открытии дверей или перемещении по узким коридорам. Это может

потребовать дополнительных модификаций и адаптаций внутренней инфраструктуры, чтобы обеспечить беспрепятственное перемещение роботов.

Таким образом, существующие роботы помощники доставки в мастерской имеют ряд преимуществ, таких как снижение нагрузки на работников, повышение точности и надежности доставки, а также возможность перевозки крупных и тяжелых предметов. Однако, они также имеют некоторые недостатки, такие как высокая стоимость, необходимость в обслуживании и поддержке, а также проблемы взаимодействия с другими устройствами. При разработке прототипа робота помощника доставки необходимо учитывать эти факторы и стремиться к их устранению или минимизации.

III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАКЕТА

Схема устройства в BeetleCraft, с подключениями показана ниже:

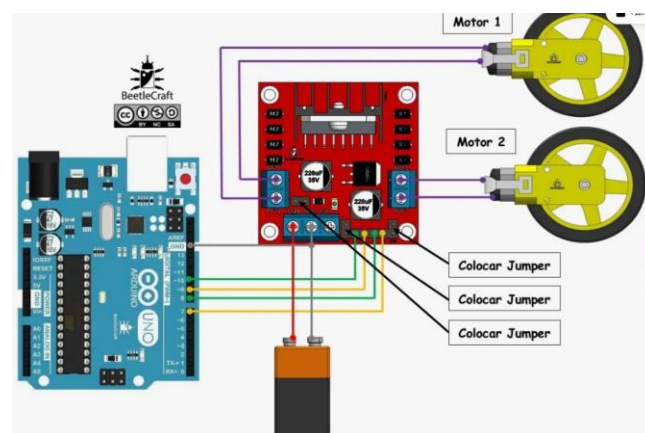


Рис. 1. Схема в BeetleCraft

В первую очередь необходимо разработать корпус для робота. В ходе разработки было принято решение сделать его из стоек и макетных плат для удобства монтажа остальных компонентов и дальнейшего обслуживания.



Рис. 2. Каркас прототипа

Подключение проводов и моторов к драйверу L298N для дальнейшего подключения:

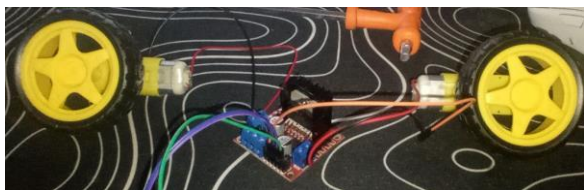


Рис. 3. Ходовая часть робота

Сборка необходимых компонентов: GY-521, Bluetooth модуля и проводов на макетной плате:

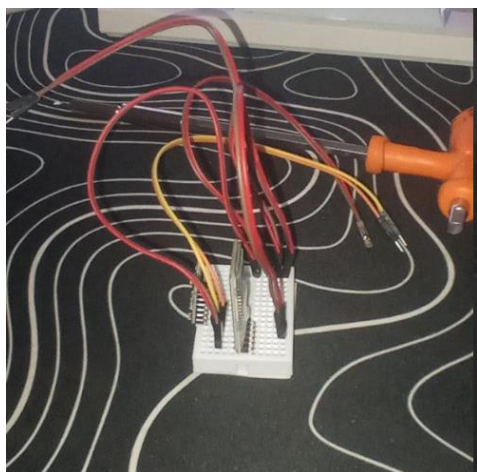


Рис. 4. Макетная плата

Полностью подготовленные компоненты:

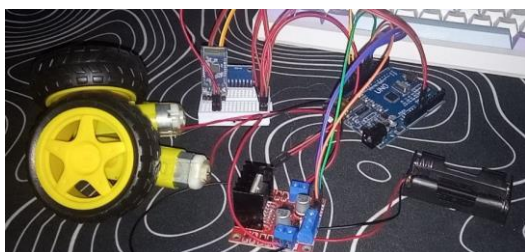


Рис. 5. Полное подключение компонентов.

Сборка устройства на корпусе показана ниже:

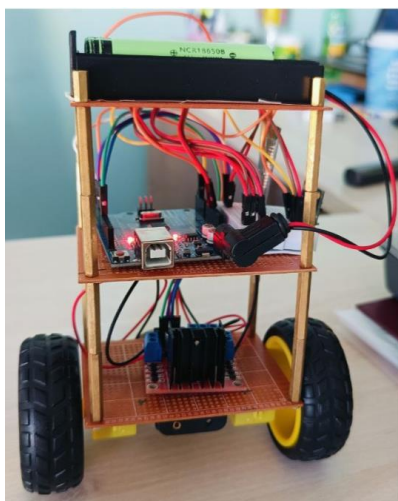


Рис. 6. Собранный робот

IV. ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Среда программирования Arduino IDE – это интегрированная среда разработки, предназначенная специально для программирования микроконтроллеров Arduino. С помощью этого инструмента можно создавать, хранить и отлаживать программное обеспечение для Arduino с помощью простого и удобного интерфейса. Arduino IDE использует Wiring, язык программирования, похожий на C++.

Этот язык прост в использовании, что делает его доступным для новичков в программировании. Текстовый редактор встроен в Arduino IDE, поддерживает автозаполнение кода, цветную подсветку синтаксиса, библиотеки и код кода, которые влияют на разработку проектов.

Кроме того, Arduino IDE предлагает простой интерфейс для загрузки скетчей (программ) на платформу Arduino, что позволяет разрабатывать программное обеспечение быстрее. В целом, Arduino IDE – отличный инструмент для начинающих и опытных пользователей для работы с микроконтроллерами Arduino.

В нем легко создавать проекты, загружать и отгружать код, а также есть большое количество пользователей сообщества, которые готовы помочь вам в решении любых проблем. Если вы только начинаете знакомиться с микроконтроллерами Arduino, Arduino IDE – отличный инструмент. Вы можете быстро освоить основы программирования для Arduino благодаря множеству примеров и библиотек, которые предлагают его простой и понятный интерфейс.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в процессе выполнения практической части работы была осуществлена разработка прототипа робота-помощника для доставки ремонтных комплектов и химических реагентов в электроаппаратурной мастерской. В рамках данной работы были выполнены следующие этапы:

Выбор платформы и аппаратного обеспечения: Был выбран микроконтроллер Arduino и набор сенсоров и компонентов, таких как акселерометр и гироскоп GY-521, драйвер моторов L298N, что обеспечило функциональность и надежность работы прототипа.

Программное обеспечение для управления и навигации роботом: Использование Arduino IDE позволило эффективно разработать программное обеспечение для управления роботом. Программа включает в себя обработку данных с сенсоров и управление моторами, что обеспечивает стабильную работу и точность движений робота.

Создание структурированной и монтажной схемы прототипа: Разработка структурированной и монтажной схем прототипа, что позволило четко понимать и следовать процессу сборки устройства. Это также упростило последующие этапы тестирования и отладки.

Этапы проектирования и разработки: Процесс проектирования и разработки включал пошаговую сборку схемы с использованием программных средств для моделирования и визуализации, таких как Tinkercad

и Fritzing. Это позволило избежать ошибок и упростило интеграцию компонентов.

Программирование микроконтроллера: Написание и отладка программного кода для микроконтроллера, который включает управление моторами и обработку данных с сенсоров. Использование Arduino IDE обеспечило удобство разработки и отладки.

Тестирование прототипа: Проведены тестирования, которые показали, что робот способен надежно выполнять задачи по доставке, корректно реагируя на команды и обходя препятствия. В ходе тестирования были сделаны необходимые корректировки, что улучшило общую производительность устройства.

Таким образом, практическая часть работы доказала жизнеспособность и эффективность предложенного решения. Разработанный прототип робота-помощника может быть успешно применен в условиях электромонтажной мастерской для автоматизации процесса доставки материалов, что способствует повышению эффективности и безопасности работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ilyushin Y.V. and Nosova V.A. (2025). Development of Mathematical Model for Forecasting the Production Rate. *International Journal of Engineering*, 38(8), 1749-1757. <https://doi.org/10.5829/ije.2025.38.08b.02>
- [2] Ilyushin Y. and Talanov N. (2025). Development of Methods and Models for Assessing Technical Condition of Mines and Underground Structures. *International Journal of Engineering*, 38(7), 1659-1666. <https://doi.org/10.5829/ije.2025.38.07a.16>
- [3] Ereemeeva A.M., Ilyushin Y.V. Temperature Control During Storage of Raw Materials in the Process of Biodiesel Fuel Production. *Inventions* 2025, 10, 7. <https://doi.org/10.3390/inventions10010007>
- [4] Ilyushin Y., Nosova V., Krauze A. Application of Systems Analysis Methods to Construct a Virtual Model of the Field. *Energies* 2025, 18, 1012. <https://doi.org/10.3390/en18041012>
- [5] Martirosyan A., Ilyushin Y., Afanaseva O., Kukharova T., Asadulagi M., & Khloponina V. (2025). Development of an Oil Field's Conceptual Model. *International Journal of Engineering*, 38(2), 381-388. <https://doi.org/10.5829/ije.2025.38.02b.12>
- [6] Kukharova T., Martirosyan A., Asadulagi M.-A., Ilyushin Y. Development of the Separation Column's Temperature Field Monitoring System. *Energies* 2024, 17, 5175. <https://doi.org/10.3390/en17205175>
- [7] Golovina E.I., Grebneva A.V. (2022). Features of groundwater resources management in the transboundary territories (on the example of the Kaliningrad region). *Geology and Mineral Resources of Siberia*: 4: 85–94. doi:10.20403/2078-0575-2022-4-85-94
- [8] Golovina E.I., Tseltmeg B. Cost estimate as a tool for managing fresh groundwater resources in the Russian Federation. *Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2023, №4 а, 81–91. doi:10.20403/2078-0575-2023-4a-81-91
- [9] Sidorenko A.A., Dmitriev P.N., Alekseev V.Y., Sidorenko S.A. Improvement of technological schemes of mining of coal seams prone to spontaneous combustion and rock bumps // *Journal of Mining Institute*. 2023. Vol. 264. p. 949-961. <https://doi.org/10.31897/PMI.2023.37>
- [10] Sidorenko S., Trushnikov V., Sidorenko A. Methane Emission Estimation Tools as a Basis for Sustainable Underground Mining of Gas-Bearing Coal Seams. *Sustainability* 2024, 16, 3457. <https://doi.org/10.3390/su16083457>
- [11] Afanaseva O., Afanasyev M., Neyrus S., Pervukhin D., Tukeev D. Information and Analytical System Monitoring and Assessment of the Water Bodies State in the Mineral Resources Complex. *Inventions*. 2024, 9(6):115. <https://doi.org/10.3390/inventions9060115>
- [12] Afanaseva O.V., Putilo S.Y., Chirtsov V.V., Demidov A.A. Simulation of the Work of Structural Units of Industrial Enterprises Using the Theory of Queuing Systems. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 2024, 22(1), 115–126. https://www.ajme.ro/PDF_AJME_2024_1/L13.pdf
- [13] Andreeva E.S., Marinina O.A., Turovskaya L.G. Nanofluid flooding as a method of enhancing oil recovery: mechanism, advantages. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 2024, 335(6), p. 189–202 DOI:10.18799/24131830/2024/6/4408
- [14] Marinina O., Malikov A., Lyubek Y., Pasternak S., Reshneva E., Stolbovskaya, N. Selection of Enhanced Oil Recovery Method on the Basis of Clustering Wells. *Processes* 2024, 12, 2082. <https://doi.org/10.3390/pr12102082>
- [15] Fetisov V. Analysis of numerical modeling of steady-state modes of methane–hydrogen mixture transportation through a compressor station to reduce CO2 emissions. *Sci Rep* 14, 10605 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61361-3>
- [16] Fetisov V.G., Nikolaev A., Lykov Y.V., Duchnevich L. (2018). Mathematical modeling of non-stationary gas flow in gas pipeline. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 327. 327 (2), pp.1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022034>