

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	Ошибка! Закладка не определена.	5
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	Ошибка! Закладка не определена.	6
1.1 Микроконтроллерные платформы .	Ошибка! Закладка не определена.	6
1.2 Радиомодули для беспроводной связи.....		6
1.3 Системы привода и драйверы моторов .....		6
1.4 Датчики для мобильных роботов .....		7
1.5 Индикация и пользовательский интерфейс.....		7
2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....		8
2.1 Общая структура системы .....		8
2.2 Структура пульта управления .....		8
2.3 Структура мобильного робота.....		8
2.4 Взаимодействие модулей .....		8
2.5 Преимущества выбранной структуры .....		9
3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ .....		10
4 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ УСТРОЙСТВА.....		
5 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....		
6 РАЗРАБОТКА КОРПУСА УСТРОЙСТВА .....		
7 РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ .....		
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....		
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....		
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....		
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....		
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....		
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....		
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....		

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современные робототехнические системы находят всё более широкое применение как в промышленности, так и в быту. Они используются для автоматизации рутинных процессов, проведения исследовательских работ, образовательных целей и развлечений. Одним из наиболее перспективных направлений в образовательной робототехнике является разработка небольших мобильных роботов, управляемых при помощи микроконтроллеров и радиомодулей. Такие проекты позволяют изучить основы электроники, программирования встроенных систем, принципы построения беспроводных сетей и работу исполнительных механизмов.

Настоящий проект посвящён созданию прототипа мобильного робота с дистанционным управлением. Управление осуществляется с отдельного пульта при помощи радиоканала на базе модуля NRF24L01. Робот оснащён системой привода на основе колёсных электродвигателей, датчиками для ориентации в пространстве и модулем обратной связи. Конструкция предполагает возможность расширения функционала – добавление новых сенсоров или усовершенствование системы управления.

Основная цель проекта заключается в разработке структуры системы, обеспечивающей взаимодействие всех модулей: блока питания, микроконтроллера, исполнительных устройств, датчиков, радиомодуля и пользовательского интерфейса.

# **1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## **1.1 Микроконтроллерные платформы**

Наибольшую популярность в образовательных и любительских проектах получили микроконтроллеры семейства Arduino. Их преимущества: открытая архитектура, наличие большого количества библиотек и примеров, а также низкая стоимость.

Для робота в данном проекте используется Arduino Uno, обладающий достаточной производительностью и количеством выводов для подключения моторов, датчиков и радиомодуля. В пульте управления лучше применять Arduino Nano – компактная версия, удобная для интеграции в портативные устройства, но в данном проекте будет использована Arduino Uno.

## **1.2 Радиомодули для беспроводной связи**

Для дистанционного управления чаще всего применяются следующие решения:

- Инфракрасные модули (ограниченная дальность и работа только в прямой видимости).
- Bluetooth-модули (HC-05, HC-06) – просты в использовании, но имеют ограниченную дальность (до 10–15 м).
- Wi-Fi модули (ESP8266, ESP32) – обеспечивают большую скорость передачи данных, но требуют сетевой инфраструктуры и сложнее в настройке.
- Модули NRF24L01 – обеспечивают работу на частоте 2,4 ГГц, поддерживают разные скорости передачи данных (250 Кбит/с, 1 Мбит/с, 2 Мбит/с), обладают низким энергопотреблением и хорошей дальностью связи.
- В проекте выбран NRF24L01, так как он оптимален по сочетанию дальности, простоты и стоимости. Для робота рекомендуется версия NRF24L01 +PA+LNA с внешней антенной, что увеличивает радиус действия и устойчивость соединения.

## **1.3 Системы привода и драйверы моторов**

Мобильные роботы чаще всего используют колёсное шасси с электродвигателями постоянного тока (DC motors). Для управления такими двигателями применяются драйверы на основе H-моста. Наиболее распространённые:

- L298N – недорогой и простой модуль, но с низким КПД и нагревом при больших токах.
- TB6612 – более современный и эффективный драйвер.
- VN12SP30 – рассчитан на большие токи, подходит для мощных двигателей.
- В проекте применяются два драйвера L298N, каждый из которых управляет парой двигателей.

## **1.4 Датчики для мобильных роботов**

Для ориентации в пространстве и выполнения задач робототехники используют различные сенсоры:

Датчики линии (ИК-датчики отражения).

Ультразвуковые дальномеры (HC-SR04).

Энкодеры для измерения скорости вращения колес.

Датчики освещенности, температуры, газа и др.

В данном проекте применяются датчики линии, при необходимости система может быть дополнена ультразвуковым датчиком HC-SR04 для измерения расстояния.

## **1.5 Индикация и пользовательский интерфейс**

Для взаимодействия с пользователем применяются:

Светодиоды (LED) — простейший способ отображения состояния.

ЖК и OLED-дисплеи — позволяют выводить более детальную информацию.

Джойстики и кнопки — средства управления роботом.

В пульте используется джойстик, а также предусмотрена возможность подключения OLED-дисплея 0,96" для отображения состояния системы.

## **2 СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

### **2.1 Общая структура системы**

Система состоит из двух взаимосвязанных частей:

- Пульт управления – обеспечивает ввод управляющих команд (джойстик), их обработку микроконтроллером и передачу по радиоканалу.
- Мобильный робот — принимает команды, обрабатывает их, управляет моторами, анализирует данные датчиков и передаёт обратную связь на пульт.
- Основой системы является радиоканал NRF24L01, обеспечивающий двустороннюю связь между пультом и роботом.

### **2.2 Структура пульта управления**

Пульт управления включает в себя:

- Джойстик – формирует управляющие сигналы.
- Arduino UNO – выполняет обработку сигналов и формирование пакетов для передачи.
- NRF24L01 – передаёт данные на робота.
- OLED-дисплей (опционально) – отображает состояние системы.
- Источник питания (аккумулятор 18650 или powerbank) – обеспечивает работу пульта.

### **2.3 Структура мобильного робота**

Мобильный робот включает в себя:

- Arduino Uno – основной контроллер.
- NRF24L01 + PA + LNA – модуль радиосвязи.
- Драйверы моторов L298N – обеспечивают управление четырьмя колесными двигателями.
- DC моторы с редуктором – исполнительные устройства для движения.
- Датчики линии – используются для навигации.
- Светодиодная индикация – отображение состояния питания и связи.
- Источник питания (аккумулятор 7,4 В 2×18650) – питание робота.

### **2.4 Взаимодействие модулей**

Пульт передаёт управляющие команды по радиоканалу.

Робот принимает команды, обрабатывает их и изменяет направление/скорость движения.

Датчики передают информацию в микроконтроллер, который может использовать её для коррекции движения или передачи данных обратно на пульт.

Светодиоды и OLED-дисплей (если установлен) обеспечивают визуальную обратную связь пользователю.

## **2.5 Преимущества выбранной структуры**

Модульность — каждый компонент можно заменить или модернизировать.

Простота реализации — используется доступная элементная база.

Расширяемость — возможна установка дополнительных датчиков или переход на более мощные драйверы моторов.

Доступность компонентов — все модули широко распространены и имеют низкую стоимость.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches / S. Monk. – New York: McGraw-Hill, 2012. – 320 p.

Гладкий В.Е., Гладкая И.В. Робототехника: учебное пособие / В.Е. Гладкий, И.В. Гладкая. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 256 с.

Корнеев А.А. Электроника и микроконтроллерные системы / А.А. Корнеев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 320 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

(обязательное)

Код программы



## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(обязательное)

Схема электрическая структурная

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

(обязательное)

Схема электрическая функциональная

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
(обязательное)  
Чертеж корпуса устройства

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
(обязательное)  
Ведомость документов