

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПИЛОТИРОВАНИЯ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМЫ

В. И. Рот

Научный руководитель: А. Н. Мальчуков  
Томский политехнический университет  
e-mail: vir7@tpu.ru

### Введение

В настоящее время на высокотехнологичных производствах широко используются промышленные роботы, которые способны самостоятельно передвигаться, переносить грузы, поднимать их на заданную высоту и выполнять множество других операций, необходимых человеку. Все они работают по заранее разработанному алгоритму или под управлением оператора. Поэтому проблема создания мобильной системы автопилотирования, дополненной датчиками, является актуальной и требует разработки не только оборудования, но и комплекса программного обеспечения. По этой причине было решено разработать бюджетную систему автопилотирования на примере уменьшенной модели автомобиля [1].

### Задачи

Необходимо было разработать автономную систему управления роботом, которая предназначена для обеспечения автономного движения в различных условиях. Общая цель для системы управления – изучение замкнутого пространства и автономное движение робота.

*Автономный робот* – это робот, способный выполнять задачи в неструктурированных средах без постоянного человеческого контроля. Полностью автономный робот обладает следующими возможностями:

- Получение информации об окружающей среде.
- Работа в течение длительного времени без вмешательства человека.
- Включает в себя блоки (например, шасси или гидролокаторы), чтобы взаимодействовать с окружающей средой.

Поскольку система является автономной, то она должна иметь функции самоконтроля и самодиагностики, включая функции принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

Схемная реализация будет включать микропроцессорный блок и различные блоки сопряжения с устройствами управления:

- Основной процессорный модуль (ядро) робота будет обеспечивать контроль над всеми блоками робота.
- Блок сенсоров робота, с помощью которых робот будет получать информацию об окружающей его среде. В качестве сенсоров чаще всего применяют инфракрасные и лазерные дальномеры, ультразвуковые радары и сонары,

видеокамеры с системой сегментации изображения, тактильные сенсоры.

- Исполнительная часть – блок, управляющий всевозможными манипуляторами и ходовой частью робота, позволяющей ему перемещаться.

- Блок питания – устройство автономного питания (чаще всего это аккумуляторы).

Модульная структура робота позволит производить гибкую модификацию системы управления при изменении конфигурации робота. Например, при замене ходовой части робота с колесного привода на шагающий механизм достаточно будет внести изменения только в блок управления приводом, оставив все остальные модули без изменения.

### Обзор существующих решений

Для решения поставленных задач следует сделать выбор между ПЛИС и микроконтроллером [2].

Учитывая, что функционал ПЛИС не уступает микроконтроллеру, кроме того ПЛИС «прошивается на уровне железа» практически по всей площади кристалла, а микроконтроллер «прошивается на уровне программы», ПЛИС выигрывает в быстродействии за счет своей архитектуры и более широких возможностей конвейерной обработки данных. Но при этом микроконтроллер выигрывает в простоте написания алгоритмов за счет того, что в ПЛИС разработчику приходится выполнять всю работу вручную. Исходя из вышеуказанного, будет использоваться аппаратная платформа Arduino UNO, которая также имеет невысокую стоимость.

### Описание структуры робота

Основой для такого робота послужит машинка на радиоуправлении, которая в ходе работы будет усовершенствоваться и дополняться датчиками и различными блоками, что в итоге позволит тестировать на ней алгоритмы автопилотирования.

Исходя из определения автономного робота данного в анализе технического задания, система управления будет включать:

- блок управления шасси, необходимый для передвижения в пространстве;
- блок управления ультразвуковыми дальномерами для исследования пространства вокруг робота.

Связь данных блоков будет осуществляться посредством основного микропроцессорного блока, который будет обрабатывать полученную информацию и передавать сигналы на органы

управления, для приведения в движение сервомоторов манипулятора и шасси.

Структурная схема системы управления роботом приведена на рисунке 1. Здесь изображены все модули системы и связи между ними.

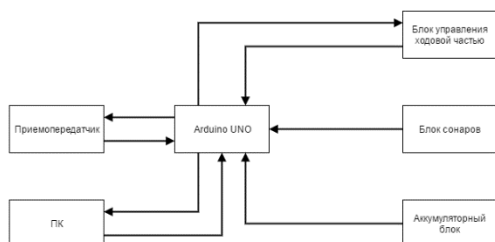


Рис. 1. Структурная схема системы управления роботом

### Программирование устройства

Используется микроконтроллер ATmega328, который поставляется с записанным загрузчиком [3]. Связь осуществляется через оригинальный протокол STK500. Прошивка на устройство загружается через ПК по интерфейсу RS-232. Существует возможность (без использования загрузчика) запрограммировать микроконтроллер через выводы ИМТП (внутрисистемного программирования). Функциональная схема робота приведена на рисунке 2.

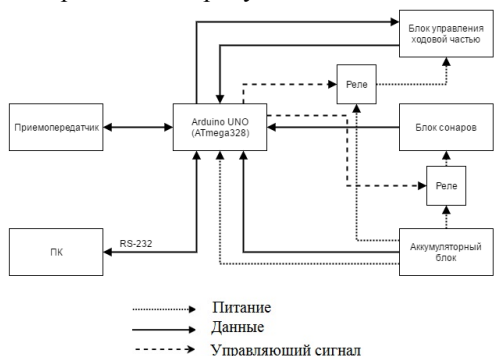


Рис. 2. Функциональная схема робота

### Алгоритмы работы робота

Были разработаны два основных алгоритма движения робота.

**1. Алгоритм прохождения от точки А до точки Б.** После завершения инициализации программы, загрузки карты и прокладывания кратчайшего маршрута, робот ожидает команды «Старт», для начала движения. После получения команды, робот начинает двигаться. Каждый раз при движении происходит проверка на то, достигнута ли конечная точка, и есть ли на пути препятствие. Если достигнута конечная точка, то подается сигнал и работа алгоритма завершается, если нет, то продолжается движение. Если найдено препятствие, то начинается его объезд, если препятствия нет, то продолжается движение. После выполнения объезда препятствия проверяется наличие новых препятствий на пути и полностью

ли сработал алгоритм объезда. Если препятствий больше нет, то робот прокладывает путь, чтобы вернуться на изначально проложенный (самый короткий) путь и продолжает движение по этому пути. Если после объезда препятствия на пути есть еще одно, либо препятствие робот объехал не до конца, то проверяется, можно ли продолжить объезд. Если есть, с какой стороны можно продолжить объезд, то продолжается маневр, если пути дальше нет, то подается сигнал о невозможности завершения маршрута и заканчивается алгоритм.

### 2. Алгоритм прохождения лабиринта.

После завершения инициализации программы и загрузки карты, робот ожидает команды «Старт», для начала движения. Далее при продвижении вперед робот проверяет, достигнут ли конец маршрута. Если да, то работа алгоритма заканчивается, если нет, то далее проверяется, не зашли ли мы в тупик. Если робот в тупике, то возвращаемся на перекресток и едем по другому пути. Далее проверяем, есть ли поворот. Если нет, то продолжаем движение прямо, если есть, то проверяем, есть ли правый поворот, так как его приоритет выше. Если есть правый поворот, то поворачиваем направо, если нет, то проверяем, есть ли путь прямо. Если есть, то едем прямо, если пути прямо нет, то поворачиваем налево. Алгоритм повторяется до нахождения выхода из лабиринта, после чего происходит отправка сигнала о завершении прохождения лабиринта и выход из программы. В зависимости от размера и сложности лабиринта, время его прохождения может быть большим.

### Заключение

В итоге была разработана аппаратная платформа для робота, на котором можно проверять работоспособность различных алгоритмов автоматического пилотирования. Так как робот сделан блочным способом, то его можно модернизировать, устанавливая различные датчики, например для распознавания разметки.

### Список использованных источников

1. Жимарши Ф. Сборка и программирование мобильных роботов в домашних условиях / Ф. Жимарши; пер. с фр. М. А. Комаров. – М.: ИТ Пресс, 2007. – 288 с.: ил. (В помощь радиолюбителю);
2. Белова, А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах // А. В. Белова. – Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2007. – 295 с. ;
3. Arduino + датчик HC-SR04 (ультразвуковой дальномер) // Электронный журнал [Электронный ресурс]. – URL: <http://academicfox.com/arduino-datchyk-hc-sr04-ultrazvukovoj-dalnomer/> (Дата обращения 21.04.2017).