

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Обзор существующих аналогов

На этапе проектирования системы были тщательно изучены существующие аналоги. Одним из наиболее приближенных примеров является мобильный робот «Варан» (рисунок 1.1).

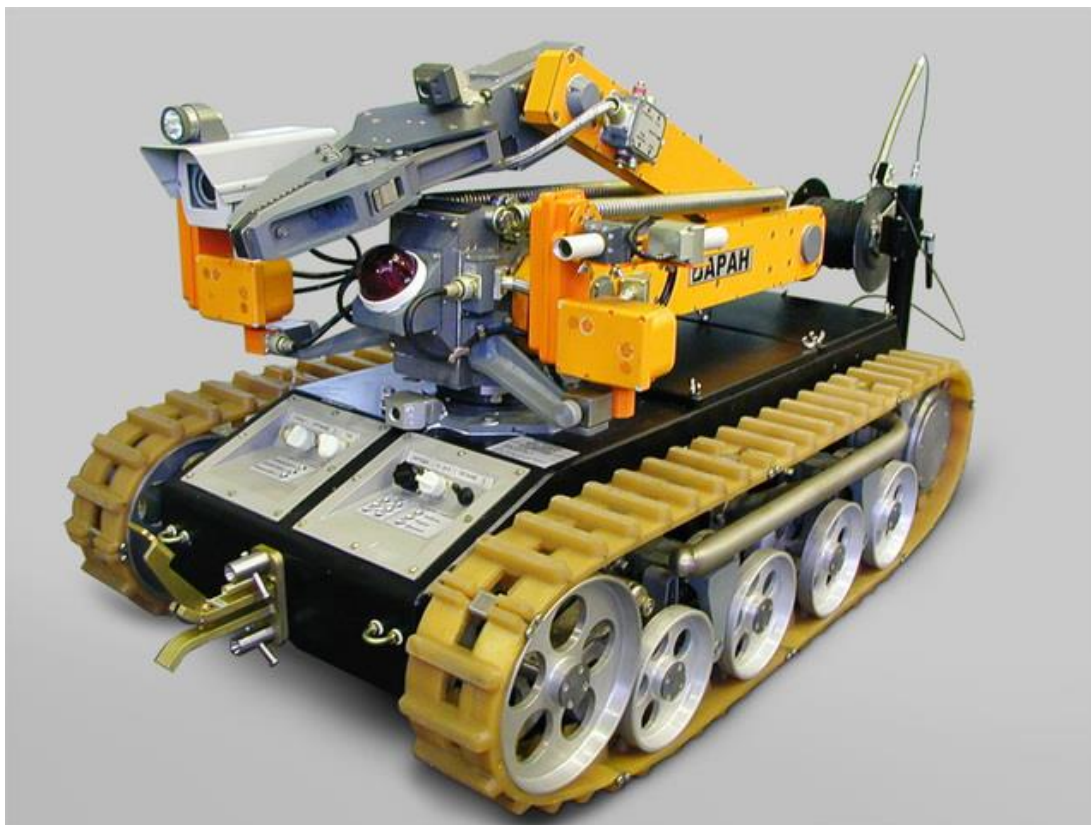


Рисунок 1.1 – Мобильный робот «Варан» [1]

Данный проект – это подвижная, дистанционно управляемая платформа для выявления, обезвреживания и уничтожения взрывных устройств. Мобильный робот «Варан», помимо обнаружения, обезвреживания, уничтожения на месте или доставки в специальном контейнере в безопасное место взрывных устройств, способен также выполнять такие задачи, как ведение разведки в городских или полевых условиях и работы в опасных для здоровья и жизни человека местах (в условиях радиационного, химического и биологического заражения). Он может работать как в управляемом удаленным оператором режиме, так и в автономном режиме, по заранее введенной в него программе. На гусеничную платформу «Варана», в зависимости от поставленной задачи, может устанавливаться различное рабочее оборудование. Например, двухпальцевый манипулятор, системы видеонаблюдения или водомет, служащий для уничтожения взрывных устройств.

Также, к основным недостаткам проекта относятся:

- высокая цена;
- достаточно сложное подключение;
- огромный функционал.

Еще один аналог – мобильный робот «РобоРовер M1 Education» (рисунок 1.2).

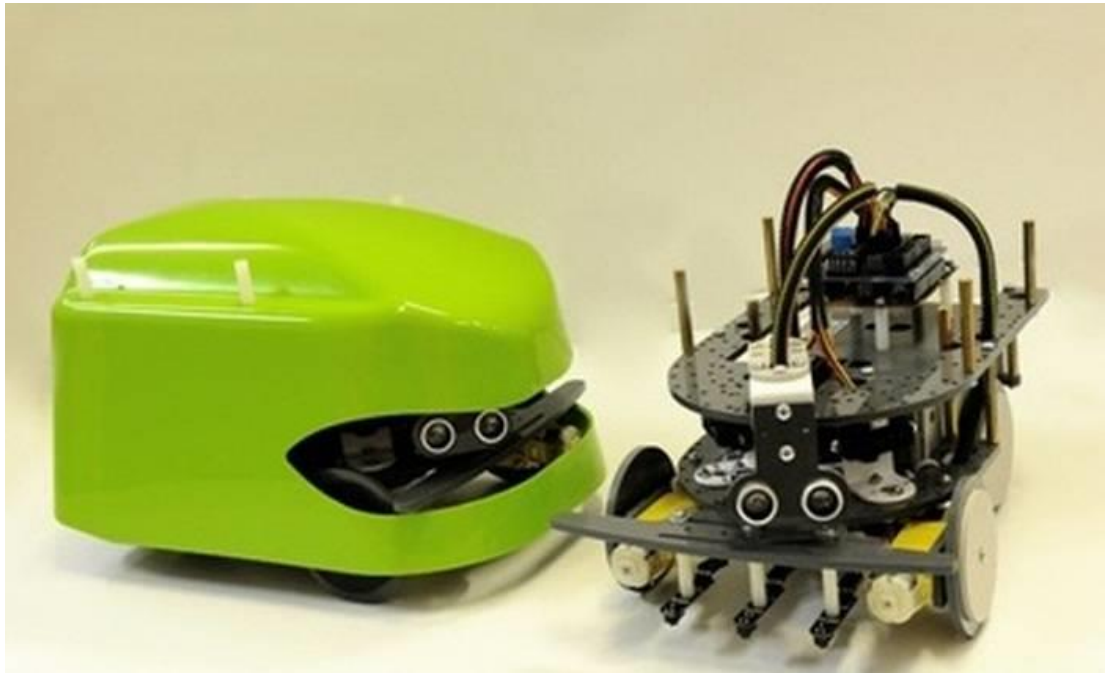


Рисунок 1.2 – Мобильный робот «РобоРовер M1 Education» [2]

Это четырехколесный образовательный робот для практического и нескучного изучения программирования, робототехники и электроники. Робот поставляется полностью собранным и настроенным к работе. В комплекте с роботом поставляется все необходимое для первого запуска: инструкция, аккумулятор, зарядное устройство, отвертка, мини-поле для движения по линии. Робот имеет небольшие размеры для комфортной с ним работы учеником. Робот оснащен двумя оптическими датчиками расстояния Sharp, тремя датчиками линии, одним ультразвуковым датчиком расстояния на поворотном сервоприводе.

К роботу разработана графическая среда программирования под названием РоверБлок. В программе используются блоки, чтобы запрограммировать робота. Каждый блок отвечает за считывание показаний с определенного датчика или за действие при помощи электродвигателя или сервопривода.

Данный проект также не лишен недостатков:

- управление роботом осуществляется только по Bluetooth;
- нет мобильного приложения.

## 1.2 Микроконтроллеры

Современную микроэлектронику трудно представить без такой важной составляющей, как микроконтроллеры. Микроконтроллеры незаметно завоевали весь мир. В последнее время на помощь человеку пришла целая армия электронных помощников. Одно и то же устройство, которое раньше собиралось на традиционных элементах, будучи собрано с применением микроконтроллеров, становится проще, не требует регулировки и меньше по размерам. Кроме того, с применением микроконтроллеров появляются практически безграничные возможности по добавлению новых потребительских функций и возможностей к уже существующим устройствам.

Сегодня на рынке существует множество фирм-производителей, выпускающих различные микроконтроллеры. Рассмотрим несколько из них.

### 1.2.1 Семейства ARM

Микроконтроллеры семейства ARM — семейства лицензируемых 32-битных и 64-битных микропроцессорных ядер разработки компании ARM Limited.

В основном процессоры семейства завоевали сегмент массовых мобильных продуктов (сотовые телефоны, карманные компьютеры) и встраиваемых систем средней и высокой производительности (от сетевых маршрутизаторов и точек доступа до телевизоров). Отдельные компании заявляют о разработках эффективных серверов на базе кластеров ARM процессоров, но пока это только экспериментальные проекты с 32-битной архитектурой.

Архитектура ARM обладает следующими особенностями RISC:

- архитектура загрузки/хранения;
- нет поддержки нелинейного (не выровненного по словам) доступа к памяти;
- равномерный 16x32-битный регистровый файл;
- фиксированная длина команд (32 бита) для упрощения декодирования за счет снижения плотности кода. Позднее режим Thumb повысил плотность кода;
- одноцикловое исполнение.

### 1.2.2 Микроконтроллеры Arduino

Стоит обратить внимание на микроконтроллеры Arduino. На них нет операционной системы, как на Raspberry Pi, они не сложны в изучении и подойдут как для новичков, так и для более продвинутых пользователей.

Отладочная плата Arduino Uno построена на микроконтроллере Atmega328P.

Платформа пользуется огромной популярностью во всем мире благодаря удобству и простоте языка программирования, а также открытой архитектуре и программному коду. Устройство программируется через USB без использования программаторов.

Основные преимущества данной платы:

- кроссплатформенность;
- простая среда программирования;
- открытый исходный код;
- открытые спецификации и схемы оборудования.

Наиболее распространенные версии плат: Uno, Leonardo, Nano, Mini, Mega (рисунок 1.3).

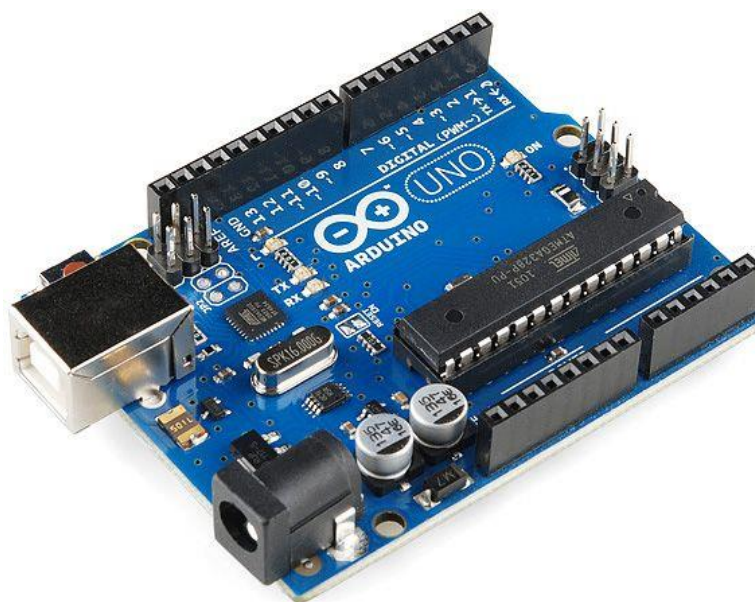


Рисунок 1.3 – Микроконтроллер Arduino Uno [3]

### 1.2.3 Микроконтроллеры AVR

За последние годы микроконтроллеры AVR приобрели большую популярность, привлекая разработчиков достаточно выгодным соотношением показателей «цена/быстродействие/энергопотребление», удобными режимами программирования, доступностью программно-аппаратных средств поддержки и широкой номенклатурой выпускаемых кристаллов. Микроконтроллеры этой серии представляют собой удобный инструмент для создания современных высокопроизводительных и экономичных встраиваемых контроллеров многоцелевого назначения. В частности, они используются в автомобильной электронике, бытовой технике, сетевых

картах и материнских платах компьютеров, в мобильных телефонах нового поколения и т.д.

В рамках единой базовой архитектуры AVR микроконтроллеры подразделяются на три семейства:

- Classic AVR – базовая линия микроконтроллеров;
- Mega AVR - микроконтроллеры для сложных приложений, требующих большого объема памяти программ и данных;
- Tiny AVR — низкостоймостные микроконтроллеры в 8-выводном исполнении.

AVR Classic – самая обширная производственная линия среди других Flash-микроконтроллеров корпорации Atmel. Также это модемы различных типов, современные зарядные устройства, спутниковые навигационные системы для определения местоположения автомобилей на трассе, материнские платы компьютеров. Atmel представила первый 8-разрядный Flash-микроконтроллер в 1993 году и с тех пор непрерывно совершенствует технологию.

Основные особенности микроконтроллеров данного семейства:

- возможность вычислений со скоростью до 1 MIPS/МГц;
- FLASH-память программ объемом от 1 до 8 Кбайт (число циклов стирания/записи не менее 1000);
- память данных на основе статического ОЗУ (SRAM) объемом до 512 байт;
- программирование в параллельном (с использованием программатора) либо в последовательном (непосредственно в системе через последовательный SPI-интерфейс) режимах;
- наличие нескольких режимов пониженного энергопотребления.

AVR Tiny (рисунок 1.4) – это интеллектуальные автомобильные датчики различного назначения, игрушки, игровые приставки, материнские платы персональных компьютеров, контроллеры защиты доступа в мобильных телефонах, зарядные устройства, детекторы дыма и пламени, бытовая техника, разнообразные инфракрасные пульты дистанционного управления.

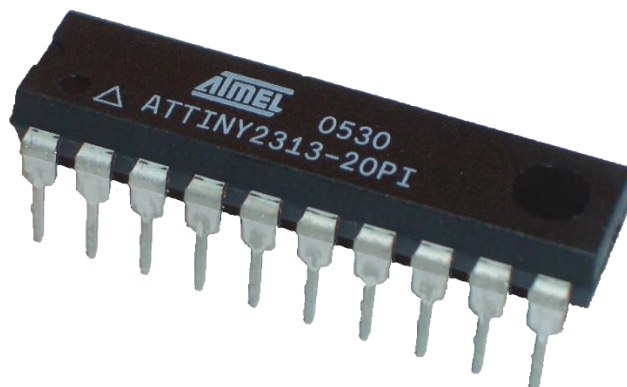


Рисунок 1.4 – Микроконтроллер Attiny2313 [4]



AVR Mega (рисунок 1.5) – имеют наиболее развитую периферию, наибольшие среди всех микроконтроллеров AVR объемы памяти программ и данных. Предназначены для использования в мобильных телефонах, в контроллерах различного периферийного оборудования (такого как принтеры, сканеры, современные дисковые накопители, приводы CD-ROM/DVD-ROM и т. п.), в сложной офисной технике и т. д.

Микроконтроллеры семейства Mega поддерживают несколько режимов пониженного энергопотребления, имеют блок прерываний, сторожевой таймер и допускают программирование непосредственно в готовом устройстве.

Стоит отметить главную особенность всех вышеперечисленных устройств: все они имеют единую архитектуру, и это позволяет с легкостью переносить код с одного микроконтроллера на другой.

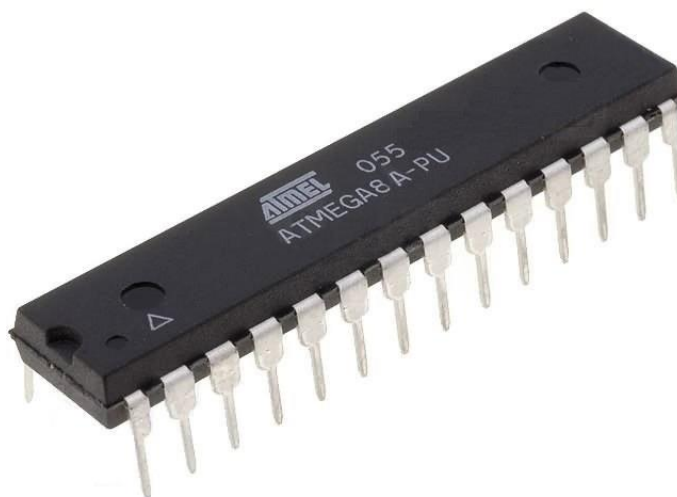


Рисунок 1.5 – Микроконтроллер Atmega8 [5]

### 1.3 API микроконтроллера

В качестве среды разработки для API (application programming interface) микроконтроллера была выбрана технология Microsoft Visual C++. Данная среда содержит большинство компонентов, необходимых для построения программы, а также для подключения и работы с микроконтроллерами. Разработка модуля осуществляется в среде Microsoft Visual Studio 2017.

Для разработки API микроконтроллера необходимо владеть базовыми знаниями о языке C++ и иметь общее представление о принципах объектно-ориентированного программирования.

Также, для удобной разработки API было использован плагин для среды Microsoft Visual Studio 2017 – Visualmicro.

Достоинства Visualmicro:

- поддержка IntelliSense — технология автодополнения Microsoft;
- поддержка нескольких проектов или скетчей в одном решении;

- возможность мониторинга с помощью графических окон о нескольких COM-портах;
- возможность разработки программы с использованием принципов объектно-ориентированного программирования и других сложных конструкций.

## 1.4 Аналитический обзор

Для проектирования мобильного робота был выбрана плата Arduino Uno. Arduino Uno является более оптимальным вариантом решения для проекта, так как у платы есть все необходимые компоненты для обеспечения работы микроконтроллера. Достаточно подключить USB кабель к компьютеру и подать питание. Микроконтроллер установлен на колодке, что позволяет легко заменить его в случае выхода из строя.

Также важным критерием выбора платы послужила энергоемкость, память и количество входов/выводов разного типа.

Arduino Uno может получать питание через подключение USB или от внешнего источника питания. Источник питания выбирается автоматически.

Внешнее питание (не USB) может подаваться через преобразователь напряжения AC/DC (блок питания) или аккумуляторной батареей. Платформа может работать при внешнем питании от 6 В до 20 В. При напряжении питания ниже 7 В, вывод 5V может выдавать менее 5 В, при этом платформа может работать нестабильно. При использовании напряжения выше 12 В регулятор напряжения может перегреться и повредить плату. Рекомендуемый диапазон от 7 В до 12 В.

Arduino Uno контроллер построен на микроконтроллере ATmega328, который располагает 32 кБ флэш памяти, из которых 0.5 кБ используется для хранения загрузчика, а также 2 кБ ОЗУ (SRAM) и 1 Кб EEPROM.

Также плата имеет на борту 6 аналоговых входов, 14 цифровых выводов общего назначения что позволяет подключать дополнительные модули, не задумываясь о нехватке выводов.

В качестве связи с платой Arduino был выбран недорогой Wi-Fi модуль NodeMCU LoLin ESP8266 (рисунок 1.6).

В основу платформы загружена стандартная прошивка Node MCU, в которую встроен интерпретатор языка Lua. При помощи Lua-команд можно выполнять следующие действия:

- подключение к Wi-Fi точке доступа;
- работа в роли Wi-Fi точки доступа;
- переход в режим глубокого сна для уменьшения потребления энергии;
- включение или выключения светодиода на выходе GPIO 16;
- выполнение различные операции с файлами во флэш-памяти;
- поиск открытой Wi-Fi сети, подключение к ней;

- вывод MAC адреса;
- управление пользовательскими таймерами.

Для удобной разработки API была выбрана среда Visual Studio 2017 с дополнительным расширением для разработки программ под микроконтроллеры Arduino на языке программирования C++ и также прошивки самого микроконтроллера. В качестве среды разработки программного средства был выбран язык программирования Python.

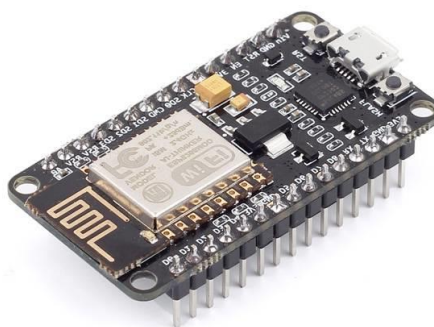


Рисунок 1.6 – Wi-Fi модуль NodeMCU LoLin ESP8266 [6]