

## **Проектирование программно-аппаратного комплекса для управления моделью движущейся платформы с помощью сети Wi-Fi**

*Сысолятин Юрий Альбертович  
Амурский государственный университет  
Студент*

*Галаган Татьяна Алексеевна  
Амурский государственный университет  
кандидат технических наук, доцент*

### **Аннотация**

В работе приводится подробное описание взаимодействия технических и программных компонент, необходимых для реализации управления движущейся моделью платформы.

**Ключевые слова:** аппаратно-программное обеспечение, микроконтроллер Arduino, датчики, Wi-Fi, модуль ESP8266

## **Engineering of hardware-software complex for control model a moving platform by Wi-Fi network**

*Sysolyatin Yuri Albertovich  
Amur State University  
Student*

*Galagan Tatyana Alekseevna  
Amur State University  
Candidate of technical sciences, associate professor*

### **Abstract**

The paper provides a detailed description of the interaction of technical and software components required to implement control of a moving platform model.

**Keywords:** hardware and software, Arduino microcontroller, sensors, Wi-Fi module ESP8266

### **Введение**

Роботы – часть стремительно надвигающегося будущего высоких технологий. В настоящее время на планете Земля в сфере робототехники революции происходят чуть ли не каждую неделю. Роботы спасают людей, работают в экстремальных условиях, заменяют живое общение, исследуют планеты Солнечной системы и многое другое.

Основная идея создания данного комплекса программных и технических средств заключается в реализации движения платформы. Ее

дальнейшее использование возможно во многих задачах, например, в качестве управляемой транспортировочной платформы для перевозки грузов, для патрулирования помещений в охранных целях (при установке на платформу видеонаблюдения и сигнализирующих средств). Преимуществами ее применения вместо транспортировочных линий на складах являются полная мобильность и возможность быстрого переопределения маршрута движения.

Анализ поставленной задачи позволил выделить основные функции разрабатываемого аппаратно-программного комплекса:

- распознавание линии движения;
- реализация движения по заданной линии;
- расчет координат и построение траектории движения;
- внесение и хранение рассчитанной траектории в базу данных;
- движение по сохраненной в базе данных траектории;
- предотвращение столкновения с различными преградами;
- управление движением платформой в ручном режиме.

### **Общая характеристика разрабатываемого комплекса**

Движение платформы обеспечивается двигателем с трансмиссией и поворотным механизмом, обеспечивающим достаточную точность движения. Безопасность движения платформы во фронтальной части будет гарантировать датчик расстояния, который будет сообщать о расстоянии до объектов, находящихся на пути. Для распознавания линии движения на днище нужно установить датчик линии.

Контроль работы всех перечисленных устройств обеспечивает микроконтроллер. Он будет осуществлять передачу данных между компьютером и платформой, обрабатывать полученные данные, и непосредственно управлять поведением платформы.

Связь микроконтроллера и компьютера обеспечивается Wi-Fi-соединением.

Программное обеспечение призвано обеспечить интерфейс взаимодействия пользователя с аппаратурой платформы, ее настройку, передачу управляющих сообщений, а также реализацию базы данных для хранения координат, траекторий и работы с ними.

Общая структура аппаратно-программного комплекса представлена на рисунке 1.

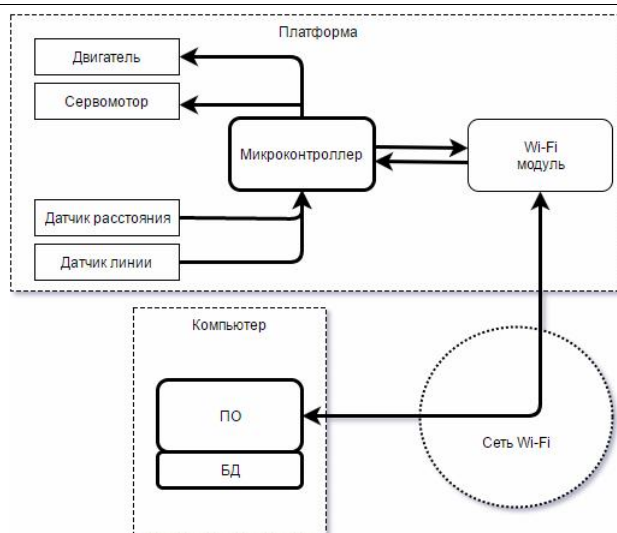


Рисунок 1 – Структурная схема проекта

### Обоснование выбора технических средств

Определять наличие объектов на пути следования платформы проще всего эхолокационным, и для этого идеально подходит ультразвуковой датчик измерения расстояния [2]. Для данного проекта в полной мере хватит возможностей датчика HC-SR04. Его напряжение равно 5 вольт, диапазон измерения расстояния составляет 0 – 400 см, чего вполне достаточно.

Для распознавателя линии движения принято решение не использовать датчики линии заводского производства, поскольку они обладают малой разрешающей способностью. В самостоятельно разработанном датчике светодиод излучает свет в инфракрасном диапазоне, который отражается от поверхности и принимается фототранзистором. Если свет поглощается черной линией, то фототранзистор не откроется и ток через него не течет. Таким образом, можно следить за смещением линии по датчику. Целесообразно разделить светодиод и фототранзистор перегородкой, которая будет предотвращать паразитное излучение.

Для увеличения разрешающей способности датчика лучше разместить пять датчиков параллельно в ряд в одном корпусе (центральный и по два с каждой стороны – для измерения отклонения). Конструкция датчика показана на рисунке 2.

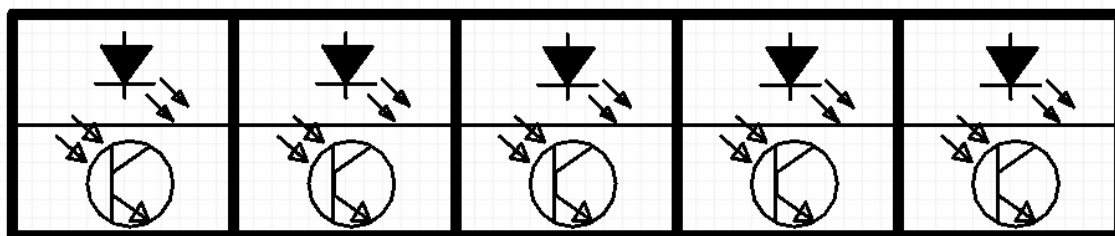


Рисунок 2 – Схема расширенного датчика линии

В качестве контролирующего устройства, среди всего разнообразия микроконтроллеров и платформ, выбрана платформа ArduinoUNOR3 с

микропроцессором ATmega328p (тактовая частота – 16 МГц), памятью 32 кБ и наличием более 20 контролируемых контактов ввода и вывода для взаимодействия с внешним миром [1].

Программирование микроконтроллера на плате осуществляется с помощью специализированного языка Arduino, основанного на языке Wiring, и среды разработки Arduino, основанной на среде Processing. Плюсом является удобное программирование микроконтроллера через USB без использования программатора.

В качестве Wi-Fi модуля выбран микроконтроллер ESP8266–ESP07 с интерфейсом Wi-Fi. Его характеристики: 32 битный процессор Tensilica Xtensa L106, мощностью 80МГц, интерфейс Wi-Fi (IEEE 802.11 b/g/n), поддержка алгоритмов шифрования WEP и WPA/WPA2, 14 портов ввода-вывода, интерфейсы SPI, I<sup>2</sup>C, I<sup>2</sup>S, UART, 10 битный АЦП. Питается микроконтроллер от 2,2 до 3,6 вольт, что вызывает определенные трудности сопряжения его с Arduino, вызванные различными уровнями логических сигналов. Для решения этой проблемы разработан преобразователь уровней для линии связи, а также блок питания для самого модуля с напряжением 3,3 вольта. В проекте используется не весь функционал данного модуля, а лишь возможность передавать данные через него в сеть Wi-Fi. Микроконтроллер ESP8266 изначально прошит производителем специальной прошивкой, которая позволит работать модулю под управлением Arduino посредством AT-команд.

### Конструкция и сборка аппаратной части комплекса

Модель платформы разрабатывалась в миниатюрном варианте лишь для демонстрации работы комплекса. Принципиальный чертеж конструкции платформы представлен на рисунке 3.

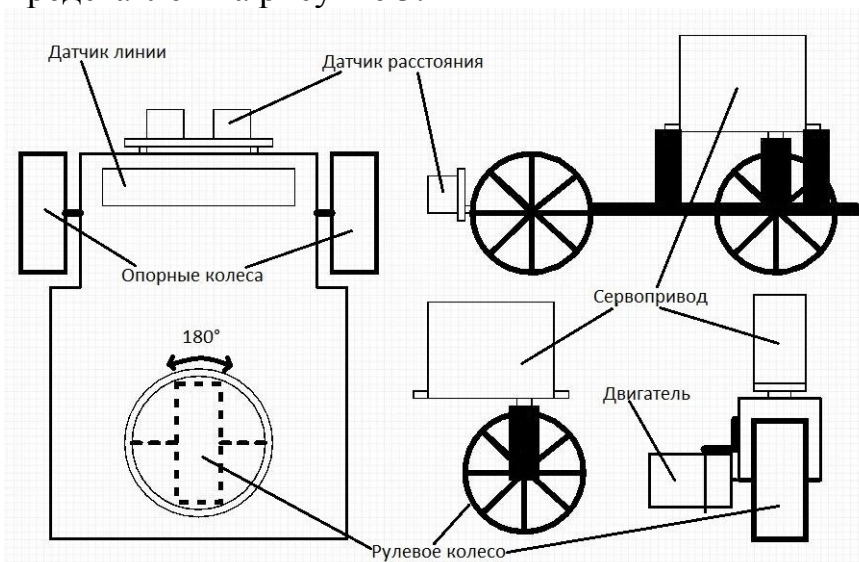


Рисунок 3–Принципиальный чертеж платформы

Источник питания платформы – батарея типа «Крона» с напряжением 9 вольт, а для питания аппаратуры – две линии 5 и 3,3 вольт в простом блоке

питания, собранном на стабилизаторах напряжения AMS1117-5.0 и AMS1117-3.3. На их входы и выходы необходимо установить фильтрующие конденсаторы. По результатам экспериментов решено установить на вход каждого стабилизатора керамический конденсатор емкостью 10 мкФ, а на выходе – электролитический, емкостью 100 мкФ. Переключатель S1 служит для включения и выключения питания платформы. Схема такого блока приведена на рисунке 4.

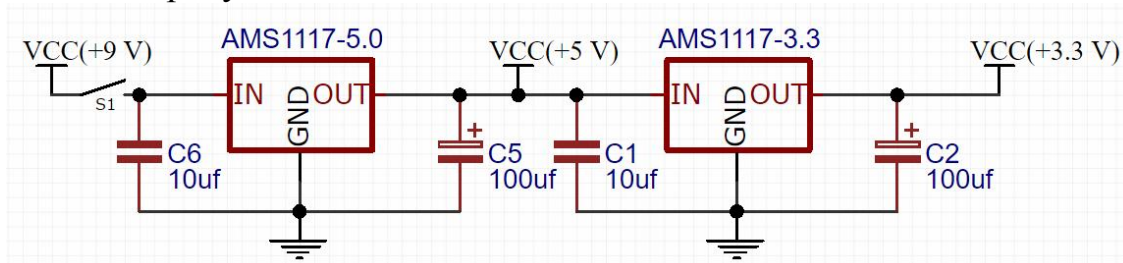


Рисунок 4– Блок питания для аппаратной части

Для правильного запуска Wi-Fi модуля необходимо подать на его вход питания (VCC) напряжение с линии 3,3 вольта от блока питания, при этом подать это же напряжение на вход GPIO15. Выход RST, предназначенный для перезагрузки модуля подтягивается к напряжению питания через резистор 4–10 кОм. Для возможности перезагрузки модуля следует соединить этот выход с землей через кнопку S2. Выход CH\_PD, отвечающий за включение схемы, также необходимо подтянуть к напряжению питания через резистор. Выход GPIO0, подключенный к земле, позволяет перевести схему в режим прошивки микроконтроллера. Перепрошивка его не требуется, поэтому этот выход подтягивается к напряжению питания через резистор. Схема обвязки модуля показана на рисунке 5.

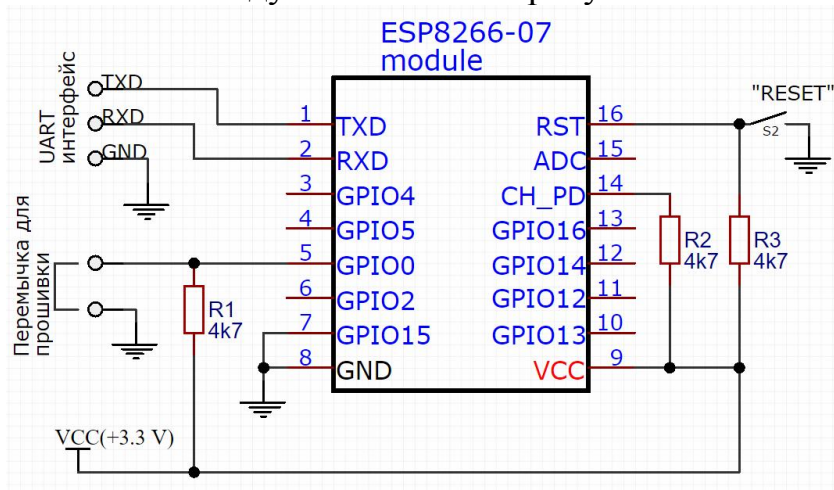


Рисунок 5– Обвязка модуля ESP8266

Модуль будет общаться с Arduino через UART интерфейс (выходы RXD и TXD). Так как уровни напряжения логических сигналов у ESP8266 и Arduino разные, используется простой двунаправленный преобразователь, построенный на MOSFET транзисторе. На рисунке 6 показана схема такого преобразователя.

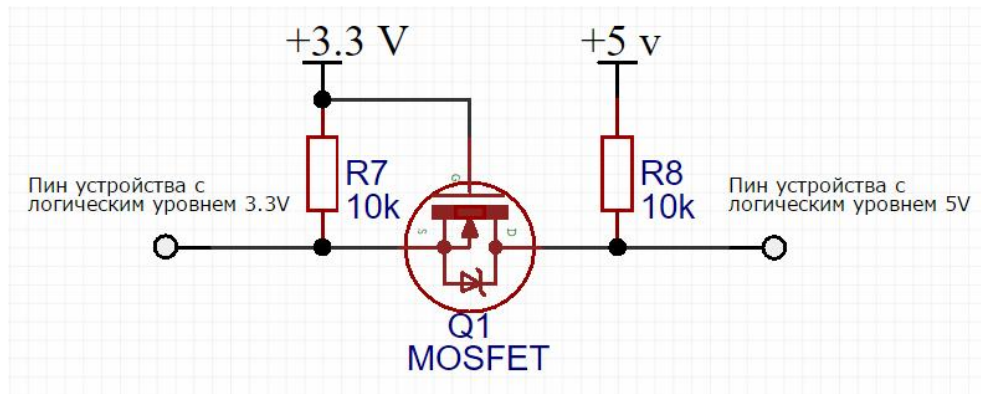


Рисунок 6– Преобразователь логических уровней

Таких преобразователей потребуется два - на каждую из линий связи.

Управлять двигателем платформы будет специальный драйвер, собранный в микросхеме ВА6289F. Схема подключения драйвера показана на рисунке 7.

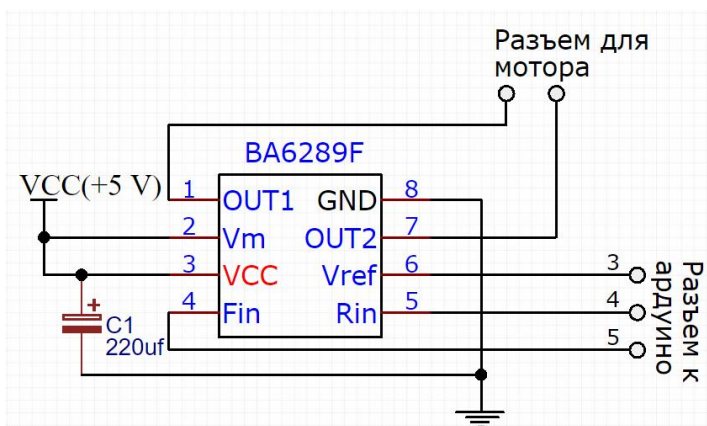


Рисунок 7– Схема подключения драйвера ВА6289F

Схема датчика линии: от линии 5 вольт блока питания через ограничивающие ток резисторы 220 Ом питаются инфракрасные светодиоды L-7113SF4C. Длина волны их излучения равна 880 нм. В качестве фототранзисторов были выбраны L-3DP3C с аналогичной длиной принимаемой волны. Их эмиттеры являются выходами датчика и подключаются к Arduino. Схема датчика представлена на рисунке 8.

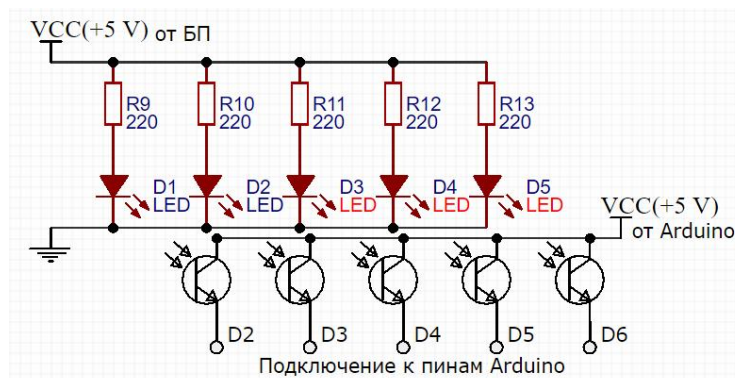


Рисунок 8– Схема датчика линии



Выходы RXD и TXD модуля Wi-Fi подключается через преобразователь напряжений к пинам D0(RX) и D1(TX) на плате Arduino, которые отвечают за аппаратный UART интерфейс. Подключаются они по принципу: RXD к D1(TX), а TXD к D0(RX).

Управлять драйвером двигателя микроконтроллер будет через пины D8, D9 и D10. Пины D8 и D9 управляют логикой вращения двигателя, а пин D10 с помощью широтно-импульсной модуляции будет регулировать напряжение на входе Vref драйвера, и этим самым будет регулировать обороты двигателя.

Датчик измерения расстояния подключается к пинам D12 и D13. А датчик расстояния подключается к пинам D2 – D6 по порядку следования выходов сенсоров (A1 – A5). Через пин D11 микроконтроллер с помощью ШИМ будет управлять сервоприводом.

Далее все эти устройства подключаются к линиям питания в соответствии с их требованиями. Общая схема аппаратной части комплекса приведена на рисунке 9.

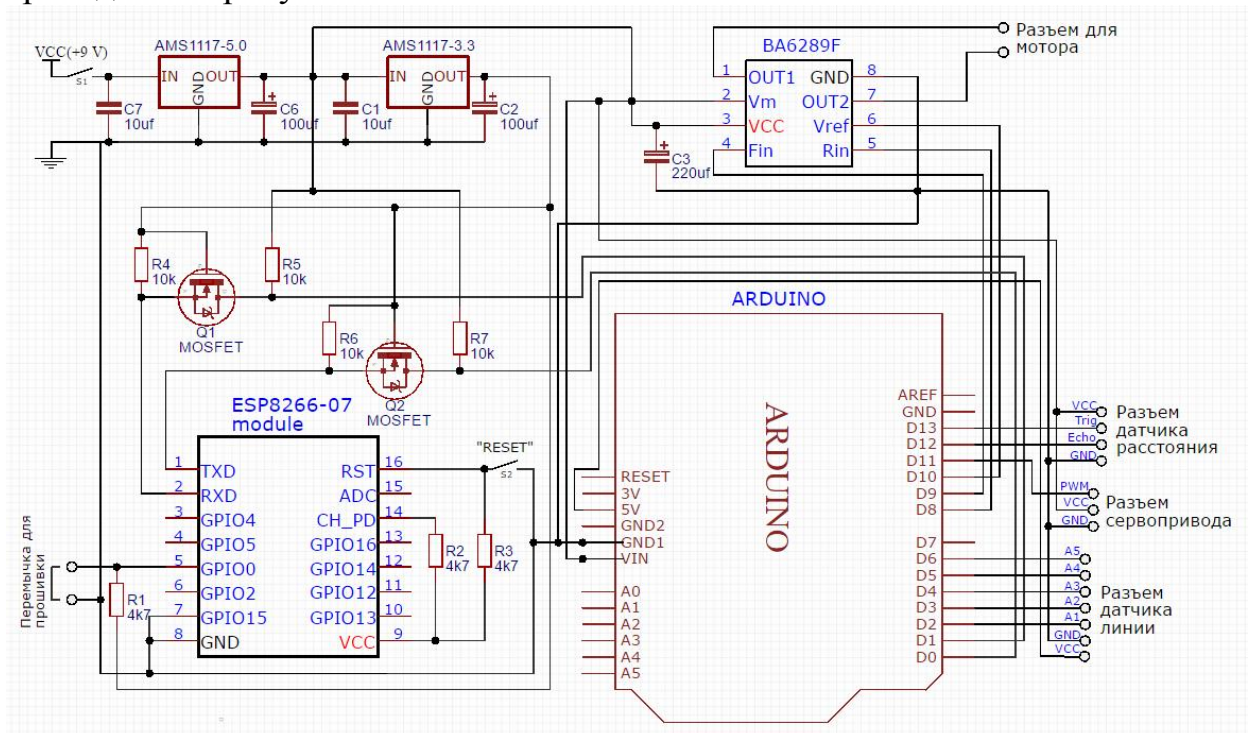


Рисунок 9– Схема аппаратной части комплекса

### Описание программного обеспечения комплекса

Прошивка для Arduino разработана и написана в ArduinoIDE версии 1.6.13. Программа для микроконтроллера содержит две обязательных функции setup() и loop(). Первая выполняется единожды при запуске микроконтроллера. Функция loop() представляет собой цикл, который выполняется в течение всего времени работы микроконтроллера. Алгоритм программы для микроконтроллера может быть представлен в виде блок-схемы, показанной на рисунке 10 а).

Управляющая программа для персонального компьютера разработана в интегрированной среде разработки программного обеспечения Microsoft Visual Studio 2015. Интерфейс разрабатывался интуитивно понятным для пользователя, внешний вид лаконичный, достаточный для демонстрации работы комплекса. Также для хранения координат и траекторий движения к программе подключена база данных, созданная с помощью MySQL – реляционной системы управления базами данных. Экранная форма программы представлена на рисунке 10 б).

Функционал программы предполагает выбор одного из режимов управления: ручной или автоматический. При ручном управлении пользователь может управлять платформой с помощью кнопок со стрелками или с помощью клавиатуры. При автоматическом управлении платформа будет двигаться либо по нарисованной на поверхности движения линии, либо по выбранной из базы данных траектории.

В правом верхнем углу показаны текущие данные о состоянии системы: статусы подключений, ошибки и прочее.

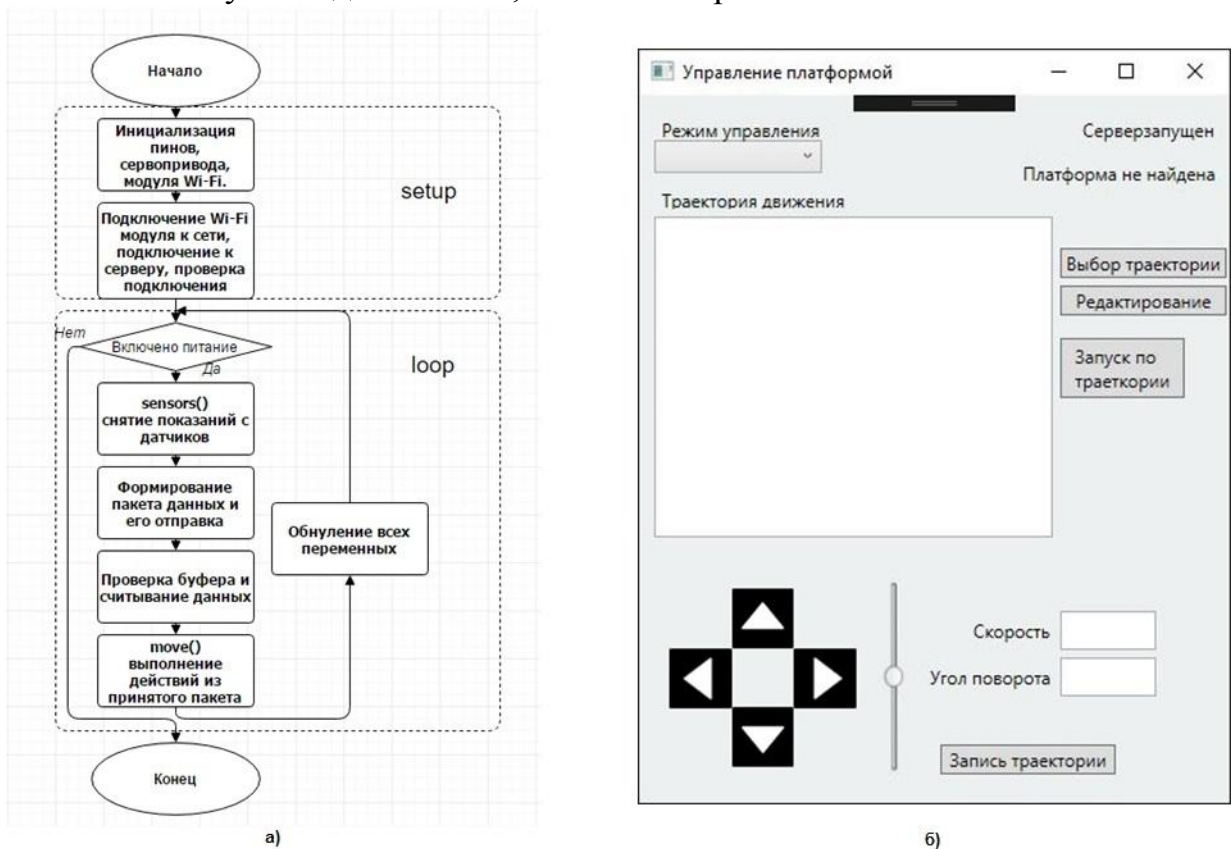


Рисунок 10 – Компоненты программного комплекса: а) блок-схема алгоритма программы для микроконтроллера, б) экранная форма управляющей программы

### Заключение

В ходе работы был выполнен проект аппаратно-программного комплекса для управления моделью движущейся платформы посредством сети Wi-Fi. На данном этапе проект находится на стадии технической



реализации, исправления недостатков и выполнения испытаний. В будущем возможно расширение функционала платформы и программного обеспечения, а также разработка полноценного прототипа взамен демонстрационной модели.

### **Библиографический список**

1. Маклаков А. С., Омельченко Е. Я., Танич В. О., Карякина Е. А. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino // Электротехнические системы и комплексы. С. 28 – 32.
2. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 544 с.
3. Кроуз Дж. Компьютерные сети: Нисходящий подход. М.: Изд-во «Э», 2016. 912 с.