



Южно-Уральский  
государственный  
университет



Высшая школа  
электроники и  
компьютерных наук

Кафедра Электронные  
вычислительные  
машины



**Выпускная квалификационная работа**  
На тему  
**«Разработка программно-аппаратного комплекса для  
мобильной RFID идентификации»**

Автор:  
Алдохин Никита  
Сергеевич  
Группа КЭ-222

Научный руководитель:  
к.т.н., доцент каф. ЭВМ  
Кафтанников И.Л.

Челябинск-2021



# АКТУАЛЬНОСТЬ

- Рост количества средств индивидуальной мобильности (СИМ)
- Проблема идентификации и учета большого количества подобного рода средств
- Начало разработки правовых вопросов в данной области



# ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Цель:** разработка системы мониторинга множества средств индивидуальной мобильности в городе с помощью технологий радиочастотной идентификации.

**Задачи:**

- изучение существующих разработок в области RFID идентификации подвижных объектов и их аналогов;
- исследование физических процессов, происходящих при радиочастотном обмене между RFID меткой и считывателем;
- анализ опыта предоставления сервисов аренды индивидуальных транспортных средств;
- проектирование системы мобильной RFID идентификации;
- реализация проекта;
- тестирование.



# ОБЗОР АНАЛОГОВ

## Средства мониторинга и идентификации объектов

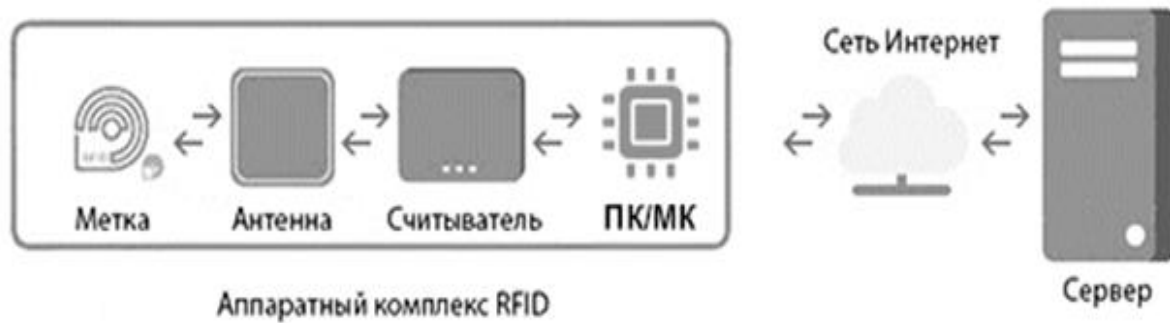
Технология	Достоинства	Недостатки
Спутниковый трекинг	Запись маршрута	Недостаточная точность для средства индивидуальной мобильности
Определение местоположения в сотовой сети связи	Одновременное пользование услугами связи и мониторинга	Малая точность для определения местоположения
Определение местоположения с помощью WiFi	Одновременное пользование средой передачи данных и мониторинг	Применение только в пределах крупных строений без перегородок
Камеры наблюдения	Возможность определения внешних параметров объекта	Область мониторинга ограничивается характеристикой объектива



# ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ



Радиочастотная идентификация (англ. Radio Frequency IDentification - RFID) – технология записи и чтения информации без механического контакта между устройствами, использующая радиочастотное электромагнитное излучение



Компоненты RFID-системы

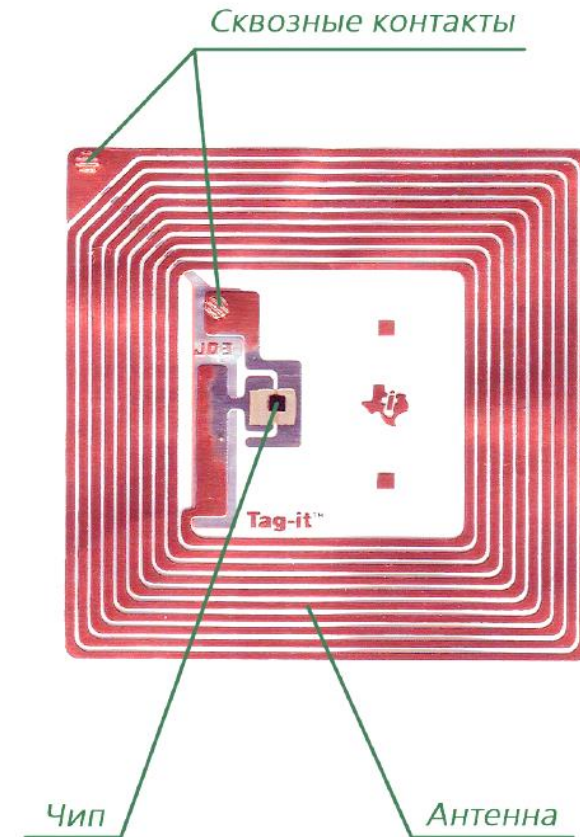
Частотный диапазон	Дальность действия	Антиколлизсионные алгоритмы
Низкочастотные (125-134 кГц)	До 10 см	Отсутствуют
Среднечастотные (13,56 МГц)	До 1-2 метров	Есть, неидеальны
Высокочастотные (ультравысоко-частотные) (860-960 МГц)	До 25 метров	Есть



# ПАССИВНЫЕ МЕТКИ

RFID метка – элемент с уникальным идентификатором, прикрепляемый на отслеживаемый объект

Пассивная метка не имеет встроенного источника питания

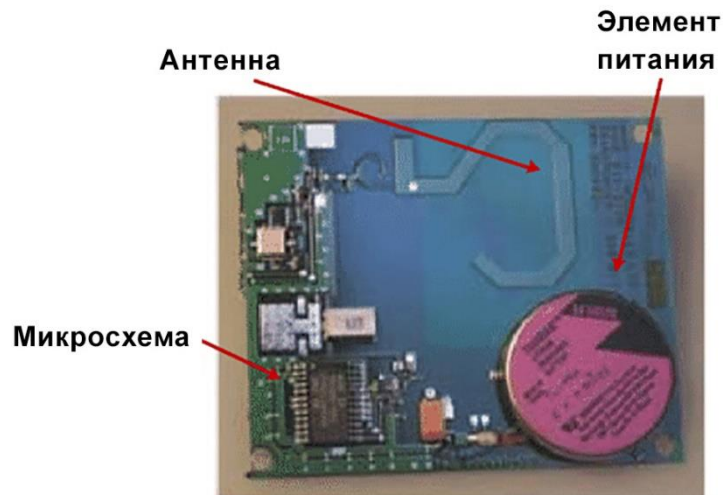




# АКТИВНЫЕ МЕТКИ

Имеют встроенный источник питания (время службы 3-10 лет)

Могут комбинироваться с различными датчиками.



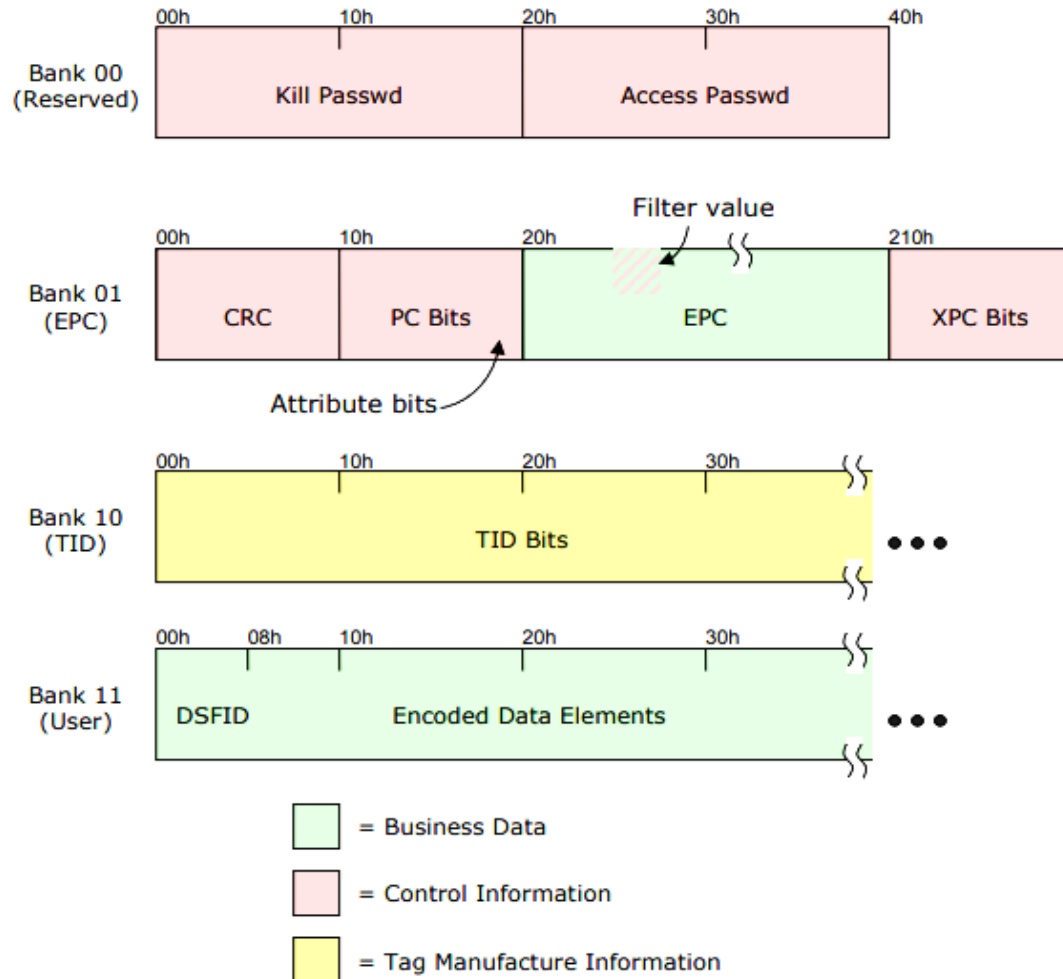
Активная RFID-метка на текстолите



Метка для установки на металл  
с размерами в мм



# ПАМЯТЬ МЕТОК



## Типы памяти

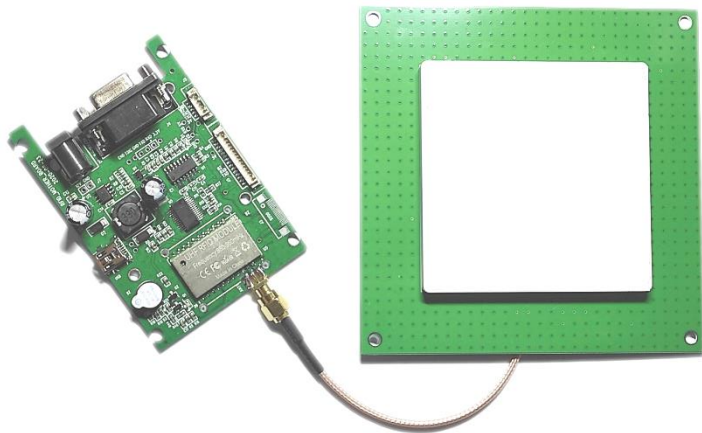
Только чтение	Однократная запись и многократное чтение	Многократно перезаписываемая

- Разметка памяти активных и пассивных меток одинакова
- Датчики на активной метке могут писать данные в пользовательскую область памяти





# СЧИТЫВАТЕЛИ



Одноплатный считыватель Fonkan FM-503  
с подключенной антенной

Производительность до 35 меток в секунду



Готовый считыватель Motorola FX7400

Производительность до 800 меток в секунду

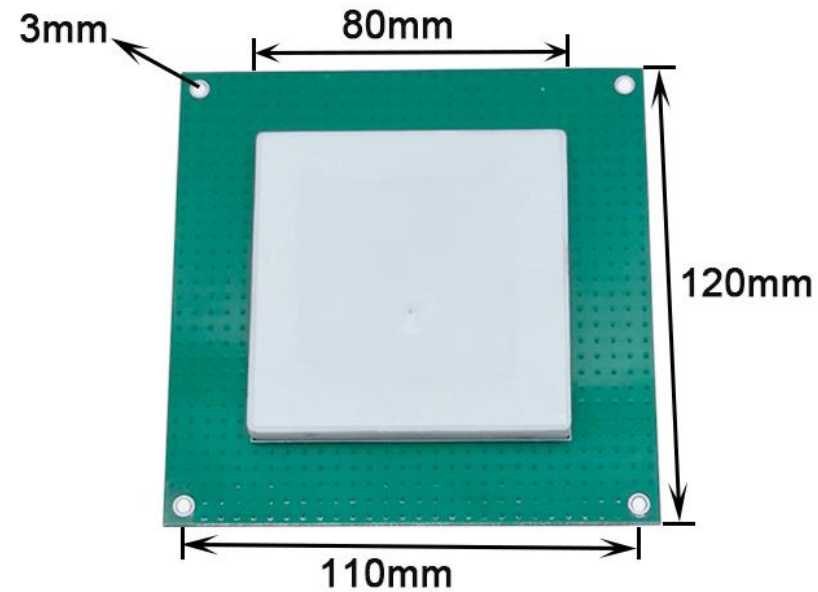


# АНТЕННЫ

Служат для обмена информацией между считывателем и меткой



Антенна в корпусе



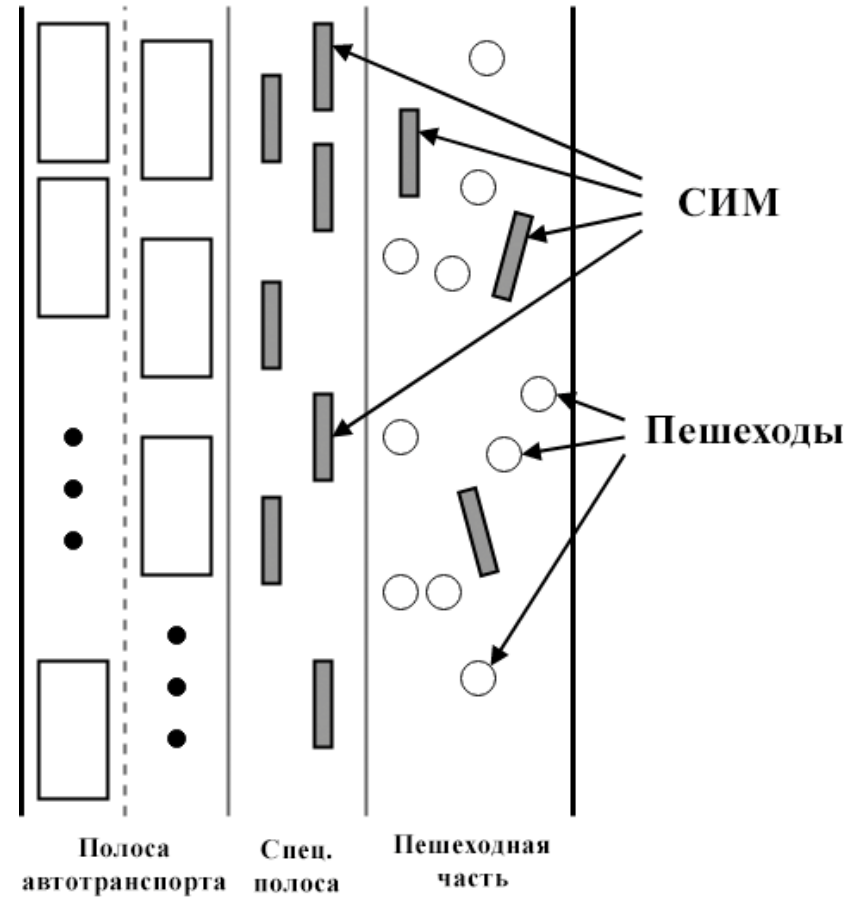
Антенна без корпуса  
на текстолите



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ



Идентификация СИМ средствами RFID

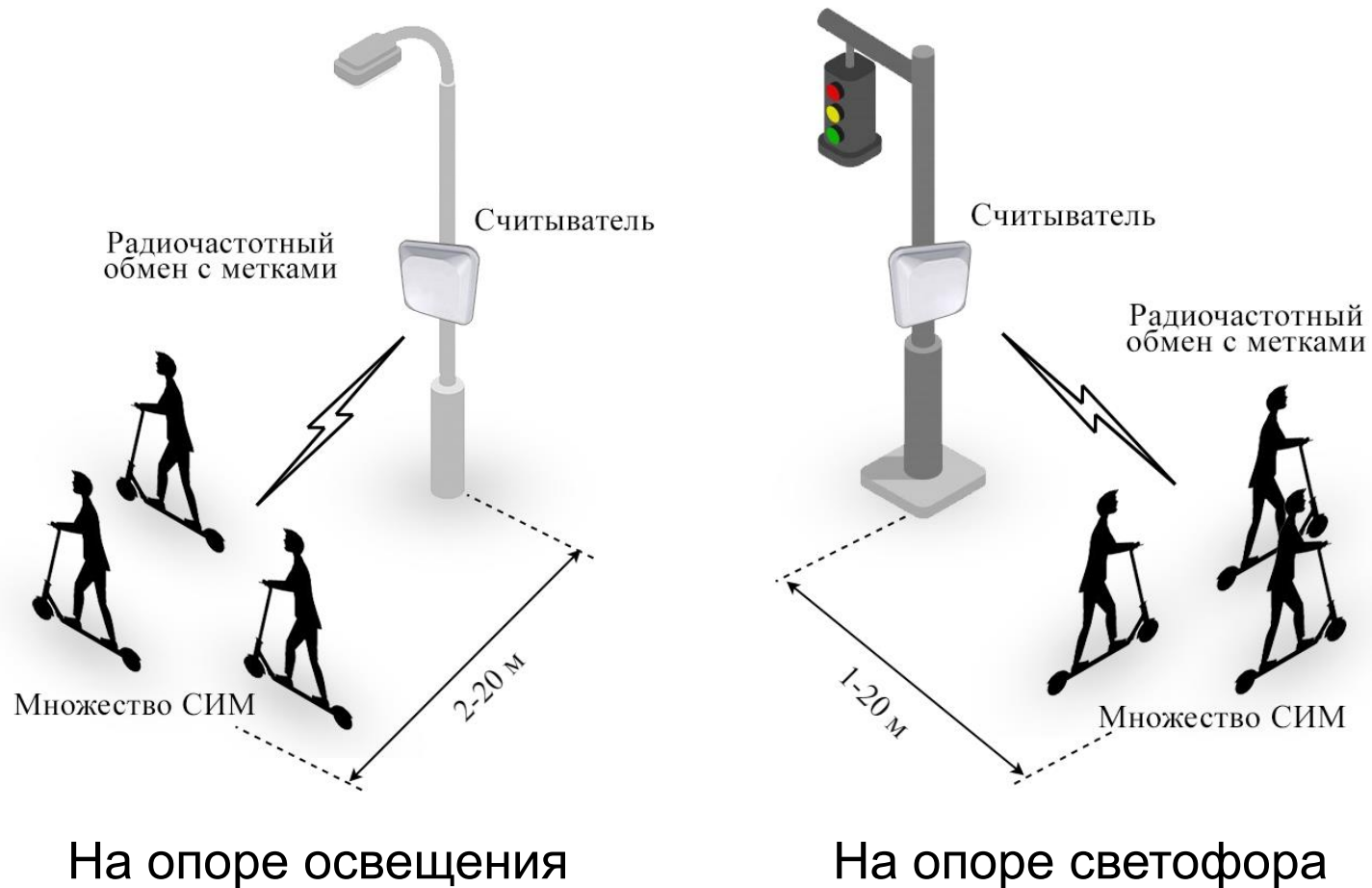


Размещение СИМ на дороге в городе



# РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

## Стационарные считыватели





# МЕТОДЫ МОБИЛЬНОГО RFID

## Мобильные считыватели



На микроавтобусе

Беспилотный летательный аппарат



На беспилотном летательном аппарате



# МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ СИМ

Предлагаются различные варианты использования радиочастотного обмена совместно с другими технологиями

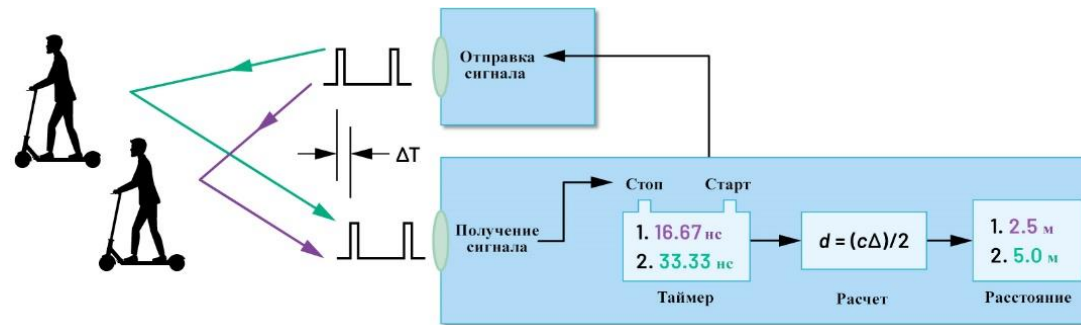


(а)

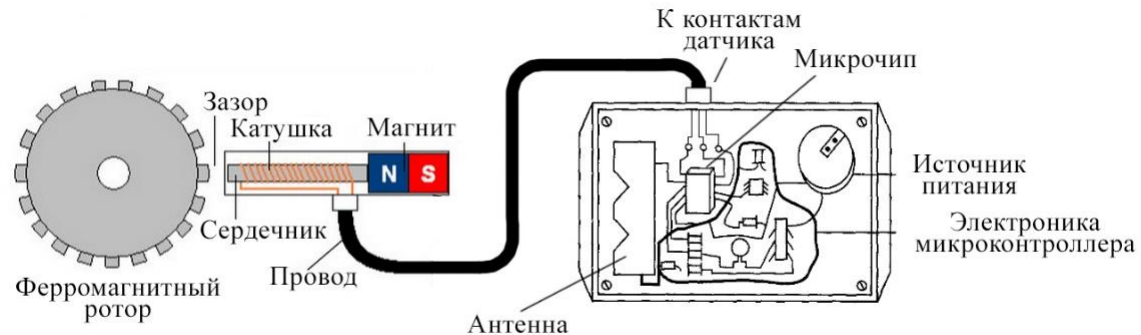


(б)

наложение карты RSSI в dBm от RFID-метки на изображение камеры видеонаблюдения



Определение расстояния по временному промежутку между отправкой и приемом сигнала



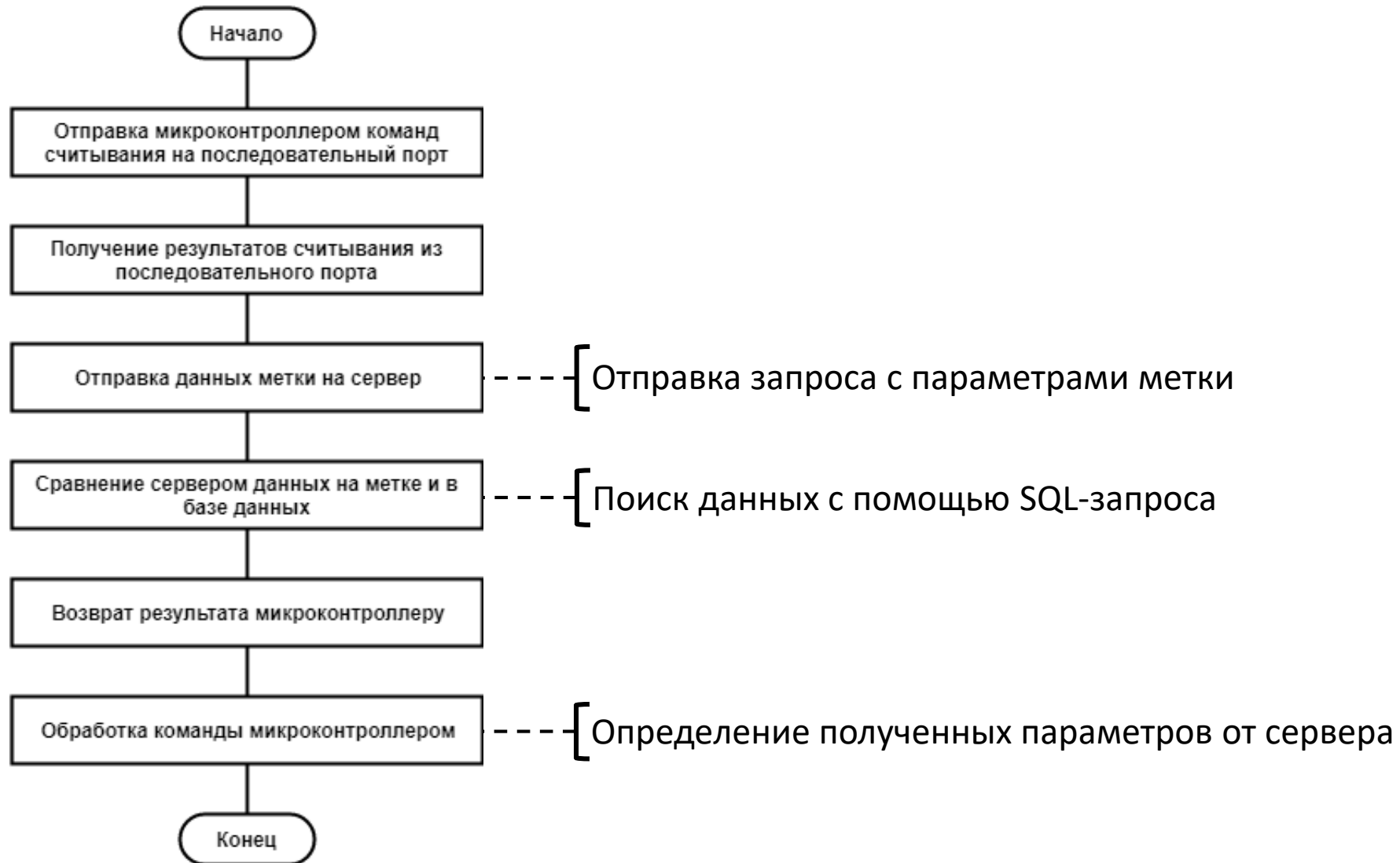
Бесконтактный датчик скорости

Активная метка

Перспектива разработки метки с датчиком скорости

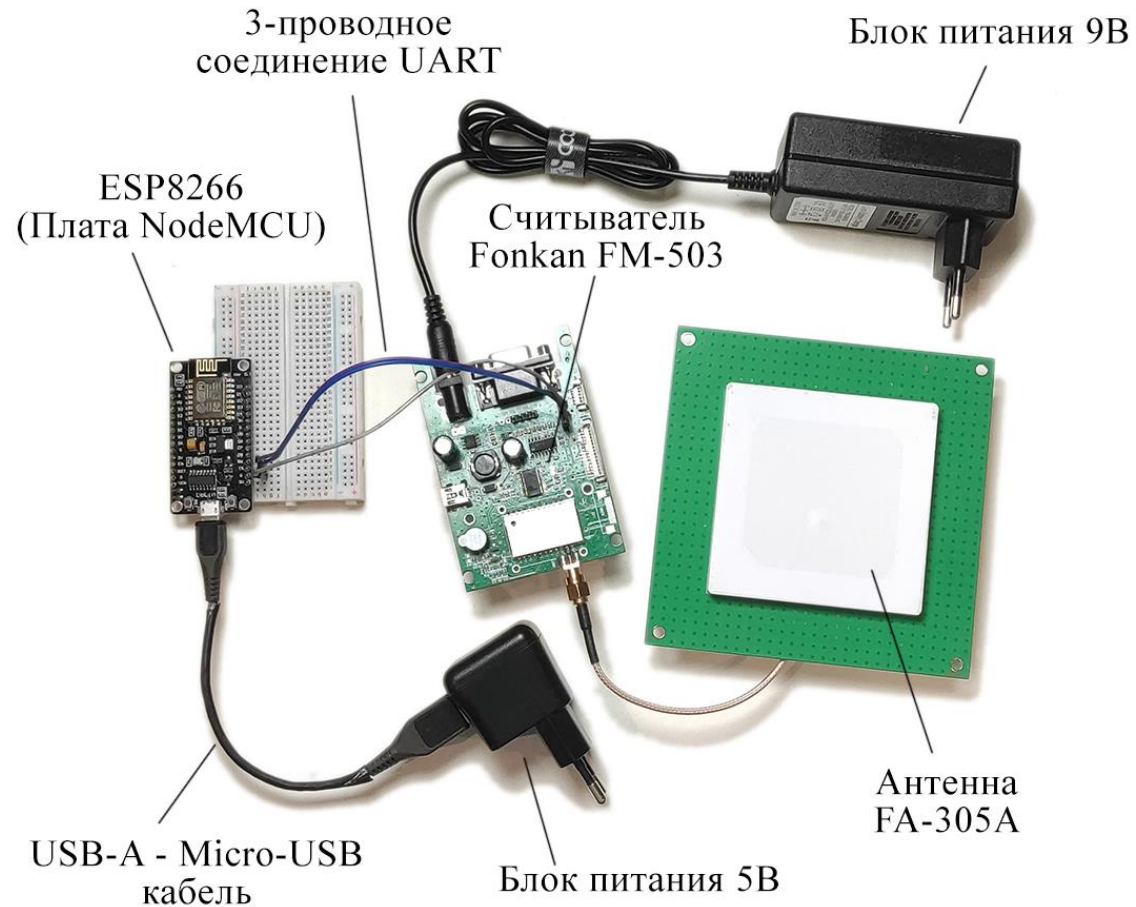


# ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ИДЕНТИФИКАЦИИ





# РЕАЛИЗАЦИЯ МАКЕТА



## Компоненты:

- считыватель Fonkan FM-503;
- антенна FA-305A;
- микроконтроллер с WiFi модулем ESP8266.





# РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРНОЙ ЧАСТИ

Веб-сервер Apache с установленными PHP и MySQL для обработки и хранения данных с меток



192.168.0.103:8180/ShowOnlineStatus.php

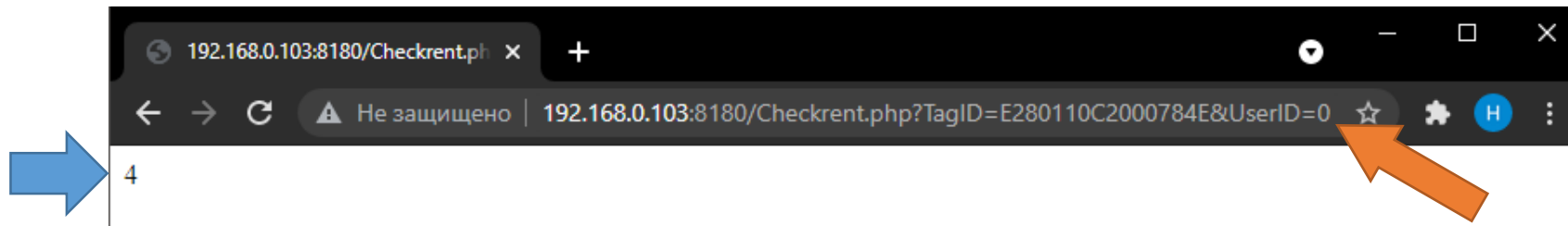
Текущее состояние СИМ

Модель	Компания	Состояние	Пользователь	Время
NINEBOT KickScooter	Whoosh	Свободен		2021-06-13 20:14:42
Xiaomi PRO	URent	Арендуются	Рыбаков Иван Тимофеевич	2021-06-13 20:15:14

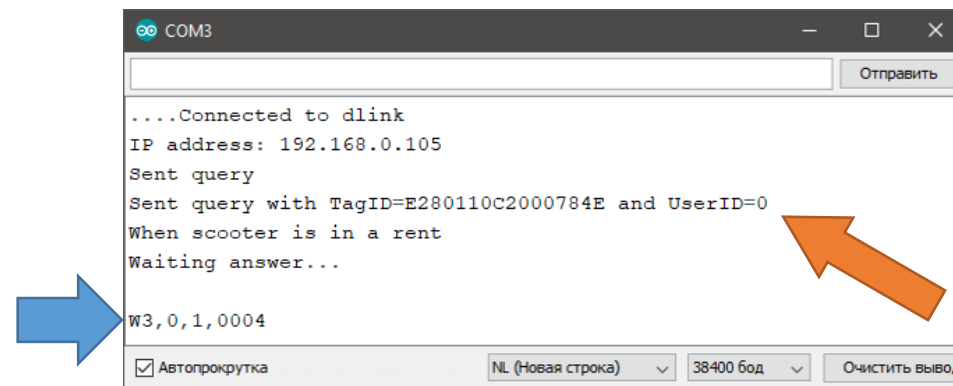
Результат выполнения скрипта отображения информации о наличии арендаторов СИМ



# ТЕСТИРОВАНИЕ



Для метки с незаполненным пользователем скрипт возвращает идентификатор текущего арендатора



Микроконтроллер получает ответ от сервера и посылает считывателю команду на перезапись информации на метке



# ТЕСТИРОВАНИЕ

Проверка содержимого метки в программе от производителя считывателя

```
Info
21.06.13 23:31:39.028 [TX] - <LF>R3,0,1<CR>
21.06.13 23:31:39.058 [RX] - <LF>R0000<CR><LF>
```

[TX] - <LF>R3,0,1<CR>  
[RX] - <LF>R0000<CR><LF>

R3,0,1

До записи микроконтроллером  
был нулевой идентификатор

```
Info
21.06.13 23:31:39.028 [TX] - <LF>R3,0,1<CR>
21.06.13 23:31:39.058 [RX] - <LF>R0000<CR><LF>
21.06.13 23:46:45.709 [TX] - <LF>R3,0,1<CR>
21.06.13 23:46:45.740 [RX] - <LF>R0004<CR><LF>
```

[TX] - <LF>R3,0,1<CR>  
[RX] - <LF>R0000<CR><LF>  
[TX] - <LF>R3,0,1<CR>  
[RX] - <LF>R0004<CR><LF>

R3,0,1

После записи идентификатор  
обновился на актуальный



# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- RFID-мониторинг позволяет идентифицировать СИМ в городе
- Радиочастотная метка выступает аналогом регистрационного номера автомобиля
- Представлен макет аппаратной части
- Экспериментально проверено взаимодействие аппаратной и серверной части
- Система предполагает перспективы развития, в том числе создание метки с датчиком скорости
- Эксперимент с применением RFID для мониторинга транспорта в городе поддержан программой «УМНИК» в 2019 году
- Исследование выполняется при финансовой поддержке РФФИ в Челябинской области в рамках научного проекта № 20-47-740005