

ТРЕКИНГ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, УСТОЙЧИВЫЙ К ОТСУТСТВИЮ GNSS-СИГНАЛОВ: АВТОРСКИЙ ОПЫТ ОТ КОНЦЕПЦИИ ДО РЕАЛИЗАЦИИ

Калитин М. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается разработка и реализации системы мониторинга транспортных средств, устойчивой в условиях отсутствия навигационных полей, с использованием одноплатного компьютера Raspberry Pi 4B и GNSS-модуля L76-K Waveshare. Описывается разработанный прототип системы.

Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью в недорогих и эффективных решениях для отслеживания транспортных средств в реальном времени, устойчивых к отсутствию GNSS-сигналов [1]. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проектирование архитектуры системы, выбор оптимального аппаратного обеспечения, разработка алгоритмов обработки GPS-данных, реализация веб-интерфейса для визуализации данных.

Развитие микрокомпьютерных технологий, в частности платформы Raspberry Pi, открывает новые возможности для создания недорогих и эффективных систем мониторинга. Raspberry Pi 4B обладает достаточной вычислительной мощностью для обработки GNSS-данных в реальном времени и имеет компактные размеры.

В данной работе представлена разработка комплексной системы мониторинга, сочетающей аппаратную платформу на базе Raspberry Pi с GPS-модулем L76-K и специализированное программное обеспечение для анализа. Особенностью системы является способность работать автономно, без постоянного подключения к интернету, что достигается за счет локальной обработки данных и веб-сервера на самом устройстве.

Разработанная система состоит из трех основных компонентов: аппаратного модуля на базе Raspberry Pi 4B с GNSS-приемником L76-K, программного обеспечения для обработки данных и веб-интерфейса для визуализации. Аппаратная часть обеспечивает прием GPS- и ГЛОНАСС-сигналов и предварительную обработку данных, программный модуль реализует алгоритмы анализа движения, веб-интерфейс предоставляет инструменты для мониторинга в реальном времени (рисунок 1).

Для обеспечения автономной работы системы был выбран одноплатный компьютер Raspberry Pi 4B с 4 ГБ оперативной памяти. GPS-модуль L76-K обеспечивает точность определения координат до 2,5 м и поддерживает работу с системой ГЛОНАСС. Связь между компонентами осуществляется через TTL UART-интерфейс на скорости 9600 бод. Альтернативное определение координат производится с применением GSM-модуля по координатам базовых станций и определением удаленности от них.

Программное обеспечение системы разработано на языке Python 3.9 с использованием библиотек: Flask для веб-интерфейса, Flask-SocketIO для передачи данных в реальном времени, PySerial для работы с последовательным портом. Основной алгоритм обработки GPS-данных включает следующие этапы: прием и парсинг NMEA-сообщений от GPS-модуля; дублирование расчета через GSM-модуль; преобразование координат [2]; сохранение данных в локальную базу SQLite. Веб-интерфейс системы реализован с использованием технологии WebSocket, что обеспечивает передачу данных в реальном времени без необходимости обновления страницы. Пример терминальной сессии показан на рисунке 2. Схема подключения приведена на рисунке 3.

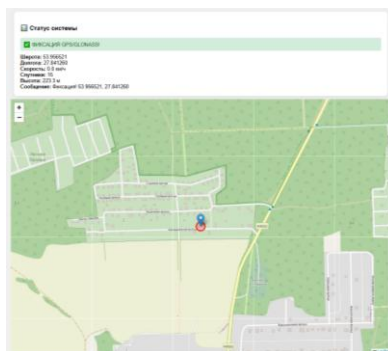


Рис. 1. Интерфейсная часть системы (клиентская)

```

admin@mishasdevice: ~
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
192.168.1.108 - - [09/Nov/2025 16:53:05] "GET /data HTTP/1.1" 200 -
[+] GGA: 5357.39123N, 02750.47573E, фикс: 1
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
[+] GGA: 5357.39123N, 02750.47572E, фикс: 1
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
192.168.1.108 - - [09/Nov/2025 16:53:07] "GET /data HTTP/1.1" 200 -
[+] GGA: 5357.39123N, 02750.47572E, фикс: 1
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
[+] GGA: 5357.39123N, 02750.47571E, фикс: 1
[+] ОБНОВЛЕНО: 53.956521, 27.841262
  
```

Рис. 2. Терминальная часть системы (серверная)

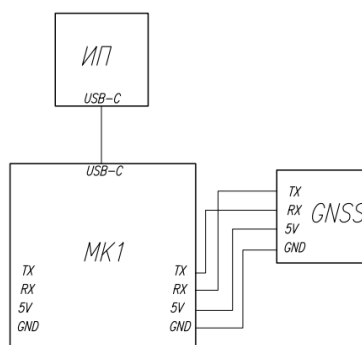


Рис. 3. Схема подключения устройства:

ИП – источник питания, МК1 – микроконтроллер Raspberry Pi 4b, GNSS – приемник L76K Waveshare

Разработанная система мониторинга транспортных средств демонстрирует высокую эффективность и надежность в реальных условиях эксплуатации. Использование одноплатного компьютера Raspberry Pi в сочетании с специализированным программным обеспечением позволило создать недорогое решение, обладающее функциональностью позиционирования в условиях отсутствия GNSS-сигналов.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.