

## ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕЛЕМЕТРИИ И ЕГО ЭРГОНОМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Герасимов К.Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Пархоменко Д.А. – магистр техн. и тех., ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

**Аннотация.** В статье представлено веб-приложение для анализа телеметрии болидов Формулы 1, разработанное с использованием Python, FastAPI и D3.js. Приложение предназначено для инженеров, аналитиков и любителей автоспорта. Оно обеспечивает визуализацию данных в реальном времени, сравнение гоночных кругов и интерактивную карту трассы. Цель разработки – упростить анализ гоночных параметров и сделать его доступным для широкой аудитории.

**Ключевые слова:** веб-приложение, телеметрия, Формула 1, анализ данных, Python, визуализация.

**Введение.** Анализ телеметрии играет ключевую роль в современном автоспорте, особенно в Формуле 1, где каждый миллиметр и миллисекунда имеют значение [1]. Болиды оснащены сотнями датчиков, передающих данные о скорости, оборотах двигателя, температуре шин, положении педалей и других параметрах. Инженеры используют эти данные для настройки болида, выбора стратегии и оценки действий пилота. Однако существующие профессиональные инструменты сложны и дороги, что ограничивает их доступность. Цель данной работы – создать удобное веб-приложение, которое позволит анализировать телеметрию без специального ПО и глубоких технических знаний.

**Основная часть.** Основной целью разработки является создание функционального и интуитивно понятного инструмента для анализа телеметрии. Приложение должно объединять ключевые возможности профессиональных систем в веб-интерфейсе.

Основные требования, предъявляемые к веб-приложению:

- надежность и безопасность при работе с данными;
- простая регистрация и настройка профиля;
- отображение телеметрии в реальном времени;
- построение интерактивных графиков с возможностью масштабирования и сравнения;
- визуализация траектории болида на карте трассы;
- сравнение кругов разных пилотов;
- адаптивный интерфейс для компьютеров и мобильных устройств.

Основные функции разрабатываемого веб-приложения описаны ниже.

1 Отображение телеметрии в реальном времени: пользователь может наблюдать за данными всех болидов на трассе: скорость, обороты двигателя, положение педалей газа и тормоза, температуру шин и тормозов, статус DRS. Информация обновляется непрерывно, что позволяет следить за действиями пилотов по ходу сессии.

2 Сравнение гоночных кругов: приложение дает возможность накладывать графики нескольких кругов для анализа различий. Можно сравнивать круги разных пилотов или разные попытки одного пилота, чтобы увидеть, где выигрывается или теряется время – в точках торможения, прохождении поворотов или разгоне [2].

3 Интерактивная карта трассы: на схеме автодрома отображаются текущие позиции болидов с цветовой индикацией выбранного параметра. При клике на болид показывается подробная информация о его телеметрии и времени круга.

4 Дополнительные аналитические модули: в приложении доступны разделы с текущей классификацией пилотов, погодными условиями (температура трассы и воздуха, влажность, ветер), а также данными об износе шин и расходе топлива для анализа стратегии [3].

Веб-приложение построено на клиент-серверной архитектуре. Серверная часть реализована на Python с использованием фреймворка FastAPI, обеспечивающего асинхронную обработку запросов и высокую производительность. Для работы с данными применяется библиотека Pandas, для хранения временных рядов – TimescaleDB. Клиентская часть написана на TypeScript с использованием библиотеки React. Для визуализации данных используется D3.js, для отображения карт – Deck.gl. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется через REST API и WebSocket для потоковых данных.

Особое внимание при разработке уделено эргономике пользовательского интерфейса. Для различных категорий пользователей предусмотрена настройка рабочего пространства: можно изменять состав виджетов, их расположение и размеры. Цветовое кодирование параметров позволяет быстро оценивать ситуацию на трассе.

Графики синхронизированы по временной шкале – при масштабировании одного из них остальные автоматически подстраиваются, что упрощает поиск зависимостей между разными каналами данных. Адаптивная верстка обеспечивает комфортную работу как на широких мониторах инженерных станций, так и на планшетах, используемых персоналом на пит-лейне.

На рисунке 1 представлен прототип веб-приложения для анализа телеметрии болидов Формулы 1.

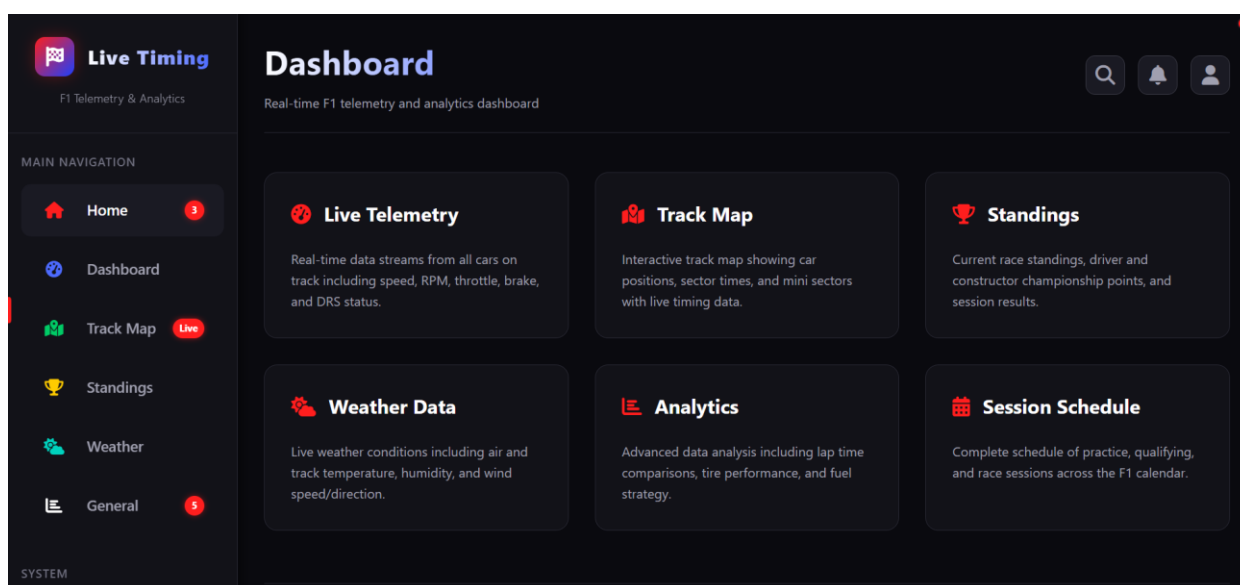


Рисунок 1 - Прототип главной страницы веб-приложения

Интерфейс включает левую панель навигации (Home, Dashboard, Track Map, Standings, Weather, Analytics), центральную область с графиками телеметрии (скорость, обороты, газ/тормоз) и правую панель с дополнительной информацией (позиция пилота, времена кругов, состояние шин). Такая компоновка обеспечивает быстрый доступ ко всем функциям.

Разработанное веб-приложение позволяет пользователю анализировать телеметрию болидов Формулы 1, проводить сравнение кругов и получать детальную информацию о параметрах пилотирования. Веб-приложение обладает следующими преимуществами:

- безопасность данных с шифрованием и двухфакторной аутентификацией;
- разграничение доступа для различных ролей пользователей (инженер, аналитик, гость);
- интерактивная аналитическая панель для визуализации телеметрии и сравнения кругов;
- доступ через веб-интерфейс без установки дополнительного программного обеспечения;
- высокая производительность при обработке больших объемов данных;
- интеграция с календарем гоночных сессий и системой уведомлений;
- справочные материалы по трассам и обучающий контент по анализу телеметрии.

На рынке присутствует несколько профессиональных пакетов для анализа телеметрии. Pi Toolbox (одно из самых распространённых решений в Формуле 1) предоставляет широкие

возможности для детального анализа, но требует установки на мощные рабочие станции, имеет высокий порог входа и ориентирован исключительно на инженеров.

McLaren Atlas предлагает схожий функционал, однако также является десктопным приложением с закрытым кодом. Существуют и облачные решения, например, AWS for F1, но они нацелены на крупные команды и требуют интеграции с инфраструктурой облачного провайдера.

Разработанное веб-приложение отличается доступностью, ориентацией на разные категории пользователей и возможностью гибкой настройки интерфейса под индивидуальные задачи. В отличие от аналогов, в нём реализованы современные подходы к визуализации данных (интерактивные графики D3.js, цветовое кодирование, синхронизация по времени), что повышает наглядность и скорость анализа.

**Заключение.** В результате анализа существующих решений для анализа телеметрии разработан программный продукт, отвечающий поставленным требованиям. Использование современных технологий, таких как FastAPI и D3.js, обеспечило высокую производительность и удобство использования. Разработанное решение упрощает процесс анализа гоночных параметров и может быть использовано как для самостоятельного изучения телеметрии, так и в качестве вспомогательного инструмента для гоночных инженеров. Приложение соответствует поставленным требованиям и готово к дальнейшему внедрению и тестированию в реальных условиях. В дальнейшем планируется расширение функционала приложения, включая интеграцию с реальными источниками телеметрии для автоматического получения данных и возможность синхронизации с профессиональными гоночными симуляторами [4]. Это позволит повысить точность анализа и обеспечить более тесное взаимодействие между инженерами и пилотами.

### Список литературы

1. Holt, J. *Statistical Analysis of Important Factors Affecting Performance in Formula 1 Racing* [Electronic resource] / J. Holt // Thesis, New College of Florida. – 2026. – Mode of access: [https://digitalcommons.ncf.edu/theses\\_etds/6771/](https://digitalcommons.ncf.edu/theses_etds/6771/) – Date of access: 03.03.2026.
2. Todd, J. *Explainable Time Series Prediction of Tyre Energy in Formula One Race Strategy* [Electronic resource] / J. Todd, J. Jiang, A. Russo, S. Winkler, S. Sale, J. McMillan, A. Rago // arXiv preprint. – 2025. – No. arXiv:2501.04067. – Mode of access: <https://arxiv.org/abs/2501.04067> – Date of access: 05.03.2026.
3. Sasikumar, A. *Data-driven pit stop decision support for Formula 1 using deep learning models* [Electronic resource] / A. Sasikumar, A.A. Leema, P. Balakrishnan // *Frontiers in Artificial Intelligence*. – 2025. – Vol. 8. – Article 1673148. – Mode of access: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2025.1673148> – Date of access: 06.03.2026.
4. Shehadeh, S. *Efficient Trajectory Optimization for Autonomous Racing via Formula-1 Data-Driven Initialization* [Electronic resource] / S. Shehadeh, L. Kutsch, N. Dengler, S. Pan, M. Bennewitz // arXiv preprint. – 2026. – No. arXiv:2603.07126. – Mode of access: <https://arxiv.org/html/2603.07126v1> – Date of access: 08.03.2026.

UDC 004.42:004.6:796.71

## WEB APPLICATION FOR TELEMETRY ANALYSIS AND ITS ERGONOMIC SUPPORT

Herasimau K.R.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Parkhomenko D.A. – Master of Sci., Senior Lecturer at the Department of EPE*

**Annotation.** The article presents a web application for analyzing Formula 1 telemetry data, developed using Python, FastAPI, and D3.js. The application is intended for engineers, analysts, and motorsport enthusiasts. It provides real-time data visualization, lap comparison, and an interactive track map. The goal is to simplify racing data analysis and make it accessible to a wide audience.

**Keywords:** web application, telemetry, Formula 1, data analysis, Python, visualization.