

УДК: 303.732.4

Научная статья

DOI: 10.35330/1991-6639-2023-2-112-9-17

EDN: GJTFSS

Разработка интеллектуальной транспортной системы «Управление коммерческим транспортом»

З. М. Альбекова, Е. Н. Новикова, Р. В. Перец, И. К. Цыбань, П. И. Плешешников

Институт цифрового развития
Северо-Кавказский федеральный университет
350029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2

Аннотация. В данной работе рассмотрена разработка интеллектуальной транспортной системы «Управление коммерческим транспортом» в качестве веб-приложения, проанализированы аналогичные функционирующие системы, недостатки которых были выявлены методом анализа этих систем и их сравнения. Предложен способ исправления выявленных недостатков в рассматриваемой системе.

Ключевые слова: веб-разработка, Vue.js, Vuetify, Leaflet, Leaflet Routing Machine, мониторинг транспорта, построение маршрута, фреймворк, JavaScript, ApexCharts, пользовательский интерфейс, интерактивные диаграммы

Поступила 09.03.2023, одобрена после рецензирования 20.03.2023, принята к публикации 03.04.2023

Для цитирования. Альбекова З. М., Новикова Е. Н., Перец Р. В., Цыбань И. К., Плешешников П. И. Разработка интеллектуальной транспортной системы «Управление коммерческим транспортом» // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 2(112). С. 9–17. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-2-112-9-17

MSC: 68T42

Original article

Development of the intelligent transport system "Commercial Transport Management"

Z.M. Albekova, E.N. Novikova, R.V. Perets, I.K. Tsyban, P.I. Plesheshnikov

Institute of Digital Development
North Caucasian Federal University
350029, Russia, Stavropol, Kulakov avenue, 2

Abstract. This article is concerned with the development of the intelligent transport system "Commercial Transport Management", similar functioning systems are analyzed, the shortcomings of which were also identified and analyzed so that they can be taken into account and corrected in the system under consideration.

Keywords: web development, Vue.js, Vuetify, Leaflet, Leaflet Routing Machine, vehicle monitoring, route building, framework, JavaScript, ApexCharts, user interface, interactive dashboards

Submitted 09.03.2023, approved after reviewing 20.03.2023, accepted for publication 03.04.2023

For citation. Albekova Z.M., Novikova E.N., Perets R.V., Tsyban I.K., Plesheshnikov P.I. Development of the intelligent transport system "Commercial Transport Management". *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS.* 2023. No. 2(112). Pp. 9–17. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-2-112-9-17

ВВЕДЕНИЕ

Развитие транспортной инфраструктуры и рост парка транспортных средств коммерческих организаций различного масштаба привели к необходимости использования информационных технологий для обеспечения эффективного функционирования данных организаций. Большое внимание обращают сегодня на интеллектуальные транспортные системы, которые позволяют решать целый комплекс задач по обеспечению работы организаций транспортной сферы. Так, например, используя информационные системы с модулем отображения транспорта, можно получить возможность управления коммерческим транспортом путем мониторинга за состоянием различных систем транспортного средства, контроля действий оператора транспортного средства, обеспечения поддержки принятия решений, получения актуальной информации по необходимым маршрутам движения коммерческого транспорта. К функциональным возможностям данного модуля относятся механизмы отображения построенных маршрутов, выбор объекта (транспортного средства или иного объекта, работа с которым предусмотрена системой) на карте или в специализированном меню, работа с прокладываемыми маршрутами и изменение их параметров, построение оптимального маршрута в соответствии с дорожной обстановкой. В дополнение к этому в системах управления транспортом большое значение имеют модули предоставления статистики и создания отчетов. К информации, которая может быть собрана в статистику, следует отнести уровень топлива, количество нарушений правил дорожного движения, время в пути, время запуска и глушения двигателя, среднюю скорость и др. [1, с. 925]. То есть это информация, которая позволяет анализировать эффективность работы и безопасность транспорта [2, с. 33]. Рассматриваемый модуль позволит получить необходимые данные о работе транспортного средства, даст возможность сотрудникам и руководству компании формировать более обоснованные выводы об эффективности работы как отдельных водителей или операторов ТС, так и всей компании в целом. Также получение данных в компактной форме в виде отчета снижает нагрузку на работников аналитических отделов и повышает скорость принятия решений [3, с. 845].

Рассматриваемая система разрабатывалась с применением: фреймворка Vue.js, используемого для разработки пользовательских интерфейсов; Vuetify – библиотеки компонентов для разработки интерфейсов, основанной на Vue.js; Leaflet – JavaScript – библиотеки, используемой для работы с интерактивными картами на веб-страницах; Vue-Apexcharts¹ – современной библиотеки диаграмм, которая помогает разработчикам создавать информативные и интерактивные визуализации для веб-страниц.

АНАЛИЗ АНАЛОГИЧНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Управление транспортом является сложной, комплексной задачей, которая включает планирование, организацию, контроль, регулирование и учет процессов перевозки (пассажирской или грузовой). Развитие современных электронно-вычислительных средств и технологий обмена большими массивами данных сделало решение этой задачи более эффективным и удобным. Автоматизированные системы управления транспортом, призванные контролировать его работу в режиме реального времени, серьезно повышают эффективность работы организаций в сфере транспортных перевозок.

В условиях развития автотранспортных перевозок системы мониторинга в области транспорта становятся все более значимыми элементами управления процессом перевозки как во всем мире в целом, так и в России в частности. На рынке сейчас представлено

¹ Vue-ApexChart [Электронный ресурс]. URL: <https://apexcharts.com/docs/vue-charts/> (Дата обращения 16.02.2023)

большое количество решений в области мониторинга и автоматизированного управления транспортом, среди которых встречаются как универсальные системы мониторинга и управления транспортом, например, Wialon (покинул рынок России в начале 2022 года) или TIS-Online, так и более узкоспециализированные системы автоматизированного управления определенными видами транспорта или системы, работающие в определенных населенных пунктах (системы управления городским пассажирским или коммунальным транспортом). При работе над проектом были рассмотрены различные аналоги разрабатываемого веб-приложения и проведен анализ их недостатков, отображенных в таблице 1.

Таблица 1. Недостатки аналогичных систем

Table 1. Disadvantages of similar systems

Информационная система	Недостатки
Транспортная информационная система (TIS-Online)	Структура дополнительных элементов плохо развита. Отсутствие разделения функций по категориям (блокам), как следствие высокая загруженность контентом
Навител Мониторинг	Устаревший дизайн, затрудняющий использование заявленной многофункциональности. Высокая загруженность контентом: карта, информация о ТС, диаграммы находятся на одной странице
Sky Electronics «Логист-навигатор»	Недостаточная область интерактивной карты. В процессе изменения параметров масштаба, а также взаимодействия с объектами карты не наблюдается центрирование в соответствии с объектом, на который направлено взаимодействие. В ходе взаимодействия с параметрами масштаба карты происходит скрывание объектов ее управления. Неадаптивность системы к устройствам с различными разрешениями экрана
АИС «Wialon»	Интерфейс данной системы весьма лаконичен и удобен, но его можно считать невзрачным и несколько устаревшим. Встречаются сообщения о неточности определения месторасположения объектов наблюдения и проблемах с технической поддержкой системы

На основе проведенного анализа аналогичных информационных систем выявлены следующие основные недостатки, которые были исправлены в рассматриваемой интеллектуальной транспортной системе: отсутствие четкого разделения структурных элементов; загруженность и неинтуитивность интерфейса; вследствие данных недостатков большинство систем такого рода требуют обучения работе с каждой конкретной системой, а также для более эффективного выполнения необходимых задач желательно наличие опыта работы с системами такого рода; слабо развитая адаптивность верстки; отсутствие акцента на основных элементах управления функционированием; малая область, отведенная карте.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕКА ТЕХНОЛОГИЙ

В качестве основной технологии был выбран фреймворк Vue.js. Под фреймворком подразумевается некоторый шаблон, включающий необходимую совокупность библиотек [4, с. 42]. Применение данного шаблона позволяет упростить и ускорить процесс разработки приложений, кроме того, он включает среду разработки². Фреймворк требует

² Введение во Vue.js [Электронный ресурс]. URL: <https://vuejs.org/guide/introduction.html> (Дата обращения 18.02.2023).

соблюдения определенных правил построения архитектуры приложения. Ядро Vue.js реализует решение задач уровня пользовательского представления, что делает возможным интеграцию с библиотеками и реализованными проектами. Vue основан на концепции компонентов, то есть это некоторая абстракция, позволяющая разрабатывать сложные приложения, которые декомпозированы на некоторые независимые блоки, по концепции схоже с микросервисной архитектурой. Большинство интерфейсов приложения могут быть декомпозированы и оформлены деревом компонентов (рис. 1). С точки зрения популярности, React.js и Vue.js находятся на первых позициях (рис. 2)^{3, 4}.

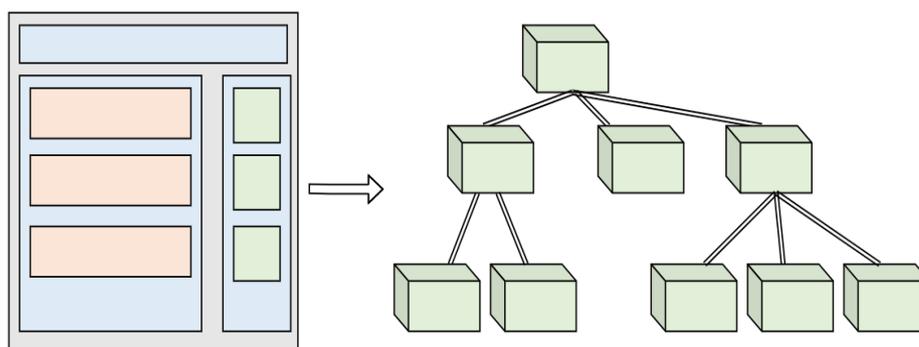


Рис. 1. Дерево компонентов

Fig. 1. The tree of components

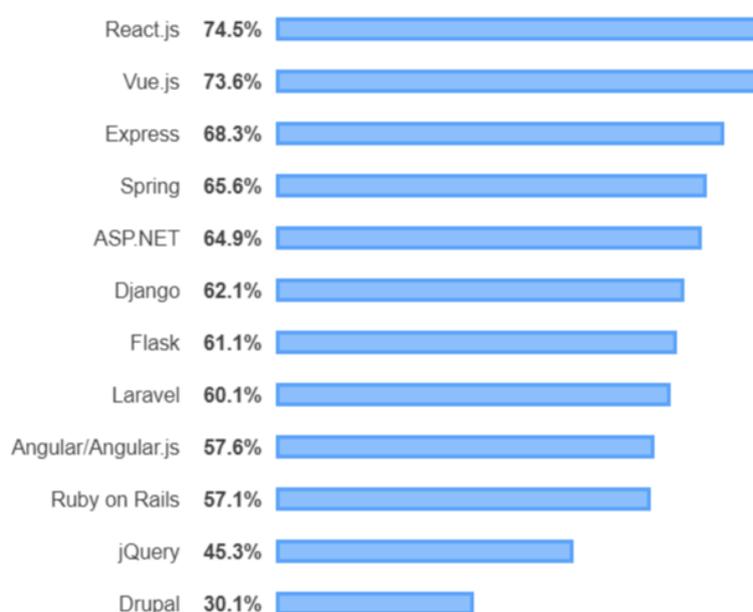


Рис. 2. Популярность различных фреймворков

Fig. 2. Popularity of different frameworks

³ JavaScript популярность и фреймворки в 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://codeburst.io/javascript-trends-2019-64042e9aaf7> (Дата обращения 16.02.2023).

⁴ React vs. Angular vs. Vue.js: Полное сравнение [Электронный ресурс]. URL: <https://dzone.com/articles/react-vs-angular-vs-vuejs-a-complete-comparison-gu> (Дата обращения 15.02.2023).

Пользовательский интерфейс был разработан с применением Vuetify. Vuetify⁵ представляет собой фреймворк, который построен на Vue.js и реализует возможности создания интерактивного пользовательского интерфейса. Разработка данного фреймворка велась с нуля, задачей было создание технологии, легкой в освоении и решающей большее количество прикладных задач в совокупности с компонентами спецификации Material Design.

В качестве технологии отображения карты применяется Leaflet⁶. Это открытая JavaScript библиотека, позволяющая интегрировать интерактивные карты в веб-сайты. Leaflet позволяет без дополнительных знаний о геоинформационных системах работать с растровыми картами, дифференцированными на особые структурные единицы, позволяющие реализовывать многослойность карты.

Leaflet Routing Machine позволяет строить маршруты на основе двух точек, а также добавлять дополнительные точки маршрута, причем в таком случае маршрут перестраивается автоматически. Кроме этого, предоставляется возможность настройки и корректировки пользовательского интерфейса под конкретные задачи.

К отличительным характеристикам Leaflet Routing Machine⁷ можно отнести:

- неизменность элементов управления библиотеки Leaflet;
- построение маршрута от начальной до конечной точки с добавлением дополнительных точек;
- многоязычность;
- интеграция других маршрутизаций, а именно: Open Source Routing Machine (OSRM), Esri, Mapzen Valhalla и другие;
- возможность детальной кастомизации;
- лицензия ISC.

Для анализа статических данных применяется библиотека vue-apexcharts – интерактивные и современные диаграммы с открытым исходным кодом. Сетки Ignite UI⁸ теперь могут обрабатывать неограниченное количество строк и столбцов данных. Она также предоставляет доступ к обновлению данных в реальном времени и пользовательским шаблонам, обладает одним из лучших с точки зрения использования и доступности API. Vue-datepicker⁹ – компонент календаря и указателя даты для использования в Vue.js. В отличие от базовых инструментов Vue этот компонент уже имеет все необходимые настройки для работы с данным типом элемента.

В качестве системы контроля версии использовался Git¹⁰, инструмента для хранения и управления версиями – GitLab¹¹. Преимущества GitLab заключаются в том, что он предоставляет как платные, так и бесплатные частные репозитории для совместной разработки, в отличие от GitHub, которая не предоставляет частные бесплатные репозитории.

⁵ Vuetify [Электронный ресурс]. URL: <https://vuetifyjs.com/> (Дата обращения 18.02.2023).

⁶ Leaflet [Электронный ресурс]. URL: <https://leafletjs.com/> (Дата обращения 19.02.2023).

⁷ Leaflet: Routing Machine [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/perliedman/leaflet-routing-machine> (Дата обращения 19.02).

⁸ Ignite UI [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infragistics.com/products/ignite-ui> (Дата обращения 17.02.2023).

⁹ Vue datepicker [Электронный ресурс]. URL: <https://vue3datepicker.com/> (Дата обращения 17.02.2023).

¹⁰ Git [Электронный ресурс]. URL: <https://git-scm.com/> (Дата обращения 19.02.2023).

¹¹ Use GitLab [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.gitlab.com/ee/user/> (Дата обращения 19.02.2023).

В результате была спроектирована и разработана главная страница интеллектуальной транспортной системы (рис. 3).

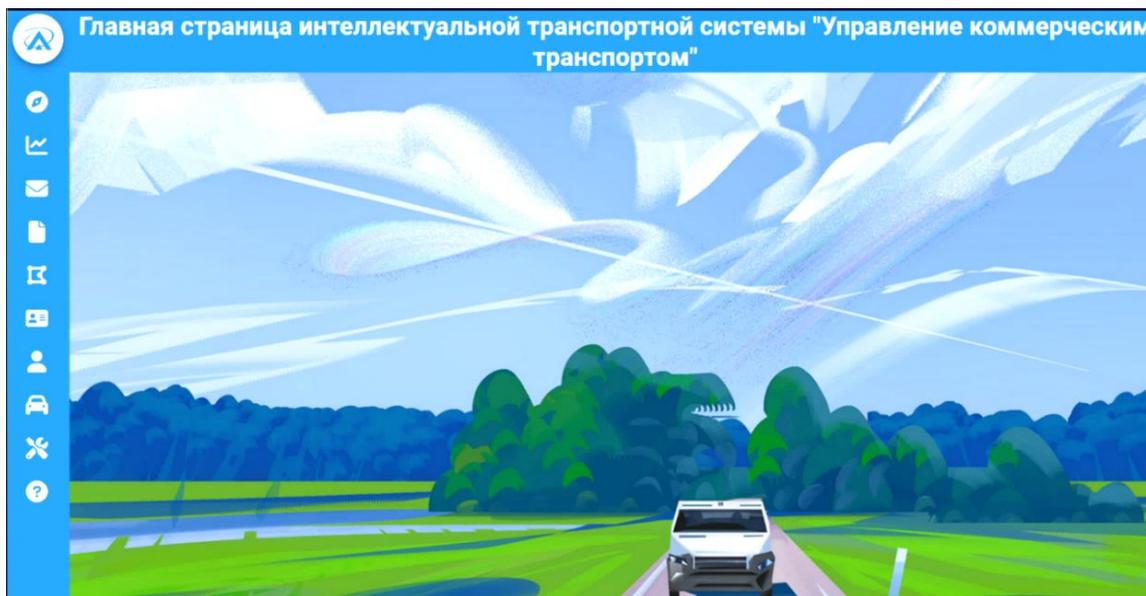


Рис. 3. Главная страница

Fig. 3. Main page

На основе анализа аналогичных систем и их недостатков основная область страницы маршрута была отведена карте, а также элементам управления картой, а именно: построение маршрута, удаление маршрута, выбор слоя карты, цвет линии маршрута, толщина линии маршрута, непрозрачность линии маршрута, выбор конкретной машины (рис. 4).

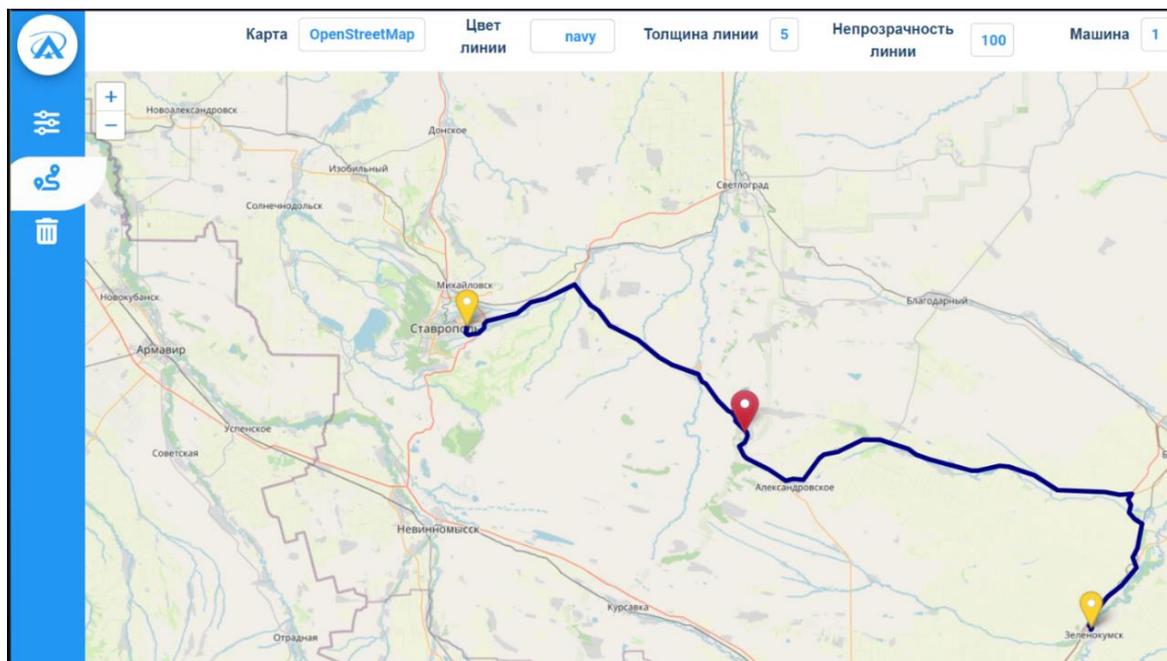


Рис. 4. Страница маршрута

Fig. 4. The route's page

В модуле статистики представлена основная информация о конкретном транспортном средстве в графическом виде: количество преодоленных километров, количество подключенных устройств, средняя скорость, динамика расхода топлива, статистика состояния транспортного средства во временном разрезе (рис. 5).

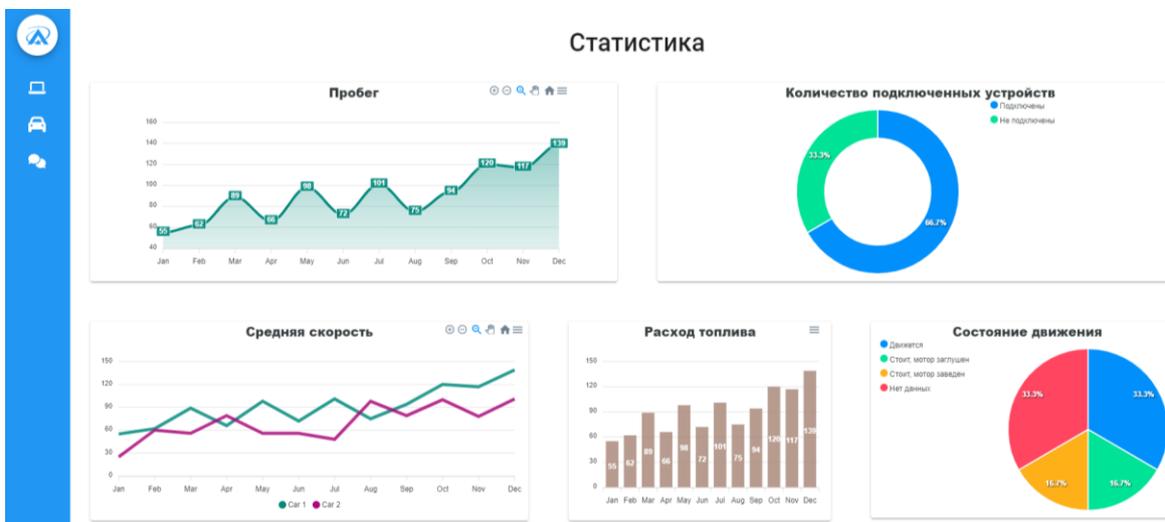


Рис. 5. Страница статистики
Fig. 5. The statistics' page

В модуле отчетов представлены основные сведения о конкретном маршруте: данные об объекте, начало и окончание маршрута, начальная и конечная точки маршрута, время в пути, значение средней скорости, данные об уровне топлива, среднее значение расхода топлива (рис. 6).

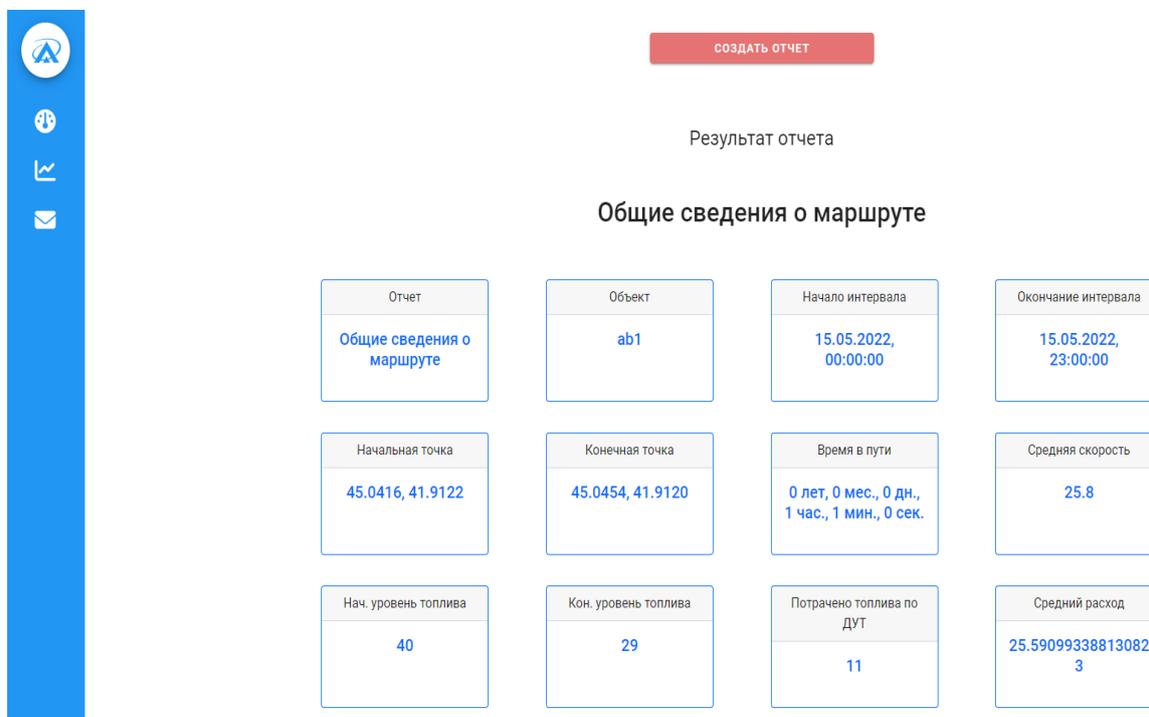


Рис. 6. Страница отчетов
Fig. 6. The report's page

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были описаны используемые технологии разработки адаптивных веб-приложений; проведен анализ интеллектуальной транспортной системы «Управление коммерческим транспортом», которая была разработана с помощью Vue.js, Vuetify, Leaflet и ApexCharts. Данная система решает проблему неинтуитивности и загруженности интерфейса аналогичных систем, так как обладает простым и информативным интерфейсом, который способен снизить нагрузку на конечного пользователя и дать возможность работать пользователям, не имеющим знаний и опыта работы с другими подобными системами. Проанализировав вышесказанное, можно прийти к выводу, что рассматриваемая система обладает следующими достоинствами и функциональными возможностями, достигнутыми благодаря применению современных подходов к разработке веб-приложений и описанных технологий:

- интуитивность интерфейса;
- отсутствие перегруженности контентом;
- значительная область карты;
- адаптивность;
- построение маршрута;
- отслеживание транспортного средства в реальном времени;
- выбор слоя карты;
- анализ визуализированной статистики конкретного транспортного средства;
- формирование различных отчетов.

В дальнейшем планируется расширение функционала веб-приложения, а также внедрение искусственного интеллекта для решения задач анализа и прогнозирования.

REFERENCES

1. Engelbrecht J., Boysen M., van Rooyen G., Brewer F. Survey of smartphone-based sensing in vehicles for intelligent transportation system applications. *IET Intelligent Transport Systems*. 2015. Vol. 1. No. 9. Pp. 924–935.
2. Lei K., Ma Y., Tan Z. Performance Comparison and Evaluation of Web Development Technologies in PHP, Python and Node.js. *IEEE 17th International Conference on Computational Science and Engineering*. 2014. Vol. 1. No. 1. Pp. 32–35.
3. Tenzin S., Lhamo T., Dorji T. Design and Development of E-commerce: Web-application for Cooperative Store. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 2022. Vol. 9. No. 2. Pp. 843–847.
4. Goldsteen A., Kveler K., Domany T., Gokhman I., Rozenberg B., Farkash A. Application-Screen Masking: A Hybrid Approach. *IEEE Software*. 2015. Vol. 32. No. 4. Pp. 40–45.

Информация об авторах

Альбекова Замира Мухамедалиевна, канд. пед. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития – Северо-Кавказский федеральный университет; 350029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2; zalbekova@ncfu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7214-8114>

Новикова Елена Николаевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития – Северо-Кавказский федеральный университет; 350029, Россия, Ставрополь, пр. Кулакова, 2; ekosova@ncfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0755-7747>

Перец Роман Валерьевич, магистр кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития – Северо-Кавказский федеральный университет;

350029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2;
ceo@skrutoj.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1689-4834>

Цыбань Илья Константинович, магистр кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития – Северо-Кавказский федеральный университет;

350029, Россия, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 2;
ilya.tsiban@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0388-5397>

Плешешников Петр Игоревич, магистр кафедры информационных систем и технологий, Институт цифрового развития – Северо-Кавказский федеральный университет;

350029, Россия, Ставрополь, пр. Кулакова, 2;
rookje@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3655-9494>

Information about the authors

Albekova Zamira Mukhamedalieva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Institute of Digital Development – North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;
zalbekova@ncfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7214-8114>

Novikova Elena Nikolaevna, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Digital Development – North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;
ekosova@ncfu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0755-7747>

Perets Roman Valerievich, Master of the Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Digital Development – North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;
ceo@skrutoj.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1689-4834>

Tsyban Ilya Konstantinovich, Master of the Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Digital Development – North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;
ilya.tsiban@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0388-5397>

Plesheshnikov Petr Igorevich, Master of the Department of Information Systems and Technologies of the Institute of Digital Development – North Caucasus Federal University;

350029, Russia, Stavropol, 2 Kulakov avenue;
rookje@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3655-9494>