

Научная статья
УДК 656.022.42

Методология разработки транспортной системы, реагирующей на спрос

Светлана Семеновна Титова

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

s.titova@madi.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7393-0923>

Аннотация. В статье рассматривается методология разработки транспортной системы, реагирующей на спрос, направленная на повышение эффективности городских пассажирских перевозок. Описаны архитектура мобильного приложения, алгоритмы оптимизации маршрутов и прогнозирования спроса, а также интеграция с существующей транспортной инфраструктурой. Подчеркивается важность использования машинного обучения и анализа данных для адаптации системы к меняющимся условиям. Результаты исследования демонстрируют потенциал описываемой системы для улучшения качества транспортных услуг и снижения затрат.

Ключевые слова: транспорт по запросу, мобильное приложение, транспортная инфраструктура, оптимизация маршрутов, динамическая маршрутизация, спрос на транспортные услуги.

Для цитирования: Титова С.С. Методология разработки транспортной системы, реагирующей на спрос // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2025. № 2 (44).

Original article

Methodology for developing a demand-responsive transport system

Svetlana S. Titova

Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

s.titova@madi.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7393-0923>

Abstract. The article discusses the methodology for developing a demand-responsive transport system aimed at improving the efficiency of urban passenger transportation. The architecture of the mobile application, algorithms for route optimization and demand forecasting,

№ 2(44)

июнь 2025

as well as integration with the existing transport infrastructure are described. The importance of using machine learning and data analysis to adapt the system to changing conditions is emphasized. The results of the study demonstrate the potential of the described system to improve the quality of transport services and reduce costs.

Keywords: on-demand transport, mobile app, transport infrastructure, route optimization, dynamic routing, demand for transport services

For citation: Titova S.S. Methodology for developing a demand-responsive transport system. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2025. № 2 (44).

Введение

Современный этап развития городской транспортной инфраструктуры характеризуется высоким уровнем урбанизации и увеличением спроса на качественные транспортные услуги. Одним из перспективных направлений повышения эффективности городского транспорта является разработка и внедрение систем общественного транспорта по запросу (Demand Responsive Transport, DRT). Такие системы ориентированы на предоставление гибкого и персонализированного подхода к организации пассажирских перевозок, позволяя значительно сократить время ожидания и повысить комфорт передвижения. Важным преимуществом DRT является возможность интеграции с существующей транспортной инфраструктурой, что открывает новые возможности для оптимизации городских транспортных потоков [11, 12].

Цель данной статьи – представить методологию разработки системы общественного транспорта по запросу, включающую в себя архитектурные решения для мобильных приложений, алгоритмы оптимизации маршрутов и прогнозирование спроса, а также интеграцию с существующей транспортной инфраструктурой. Рассмотрение этих аспектов позволит оценить потенциал DRT для улучшения качества транспортных услуг и снижения затрат, что представляет значительный интерес для исследователей и практиков в области городского транспорта.

Архитектура мобильного приложения для заказа автобусных услуг

Мобильное приложение для заказа автобусных услуг по запросу (Demand Responsive Transport, DRT) играет центральную роль в обеспечении удобства и доступности сервиса для пользователей. Его основная задача – предоставить интуитивный и функциональный интерфейс для взаимодействия с системой [1, 2]. Ниже описаны ключевые элементы архитектуры такого приложения.

1. Клиентская часть (Frontend)

Клиентская часть приложения разрабатывается с учетом удобства использования и визуальной привлекательности. Она включает в себя следующие функциональные блоки:

- экран регистрации и авторизации позволяет пользователям создавать аккаунты и входить в систему с помощью электронной почты, номера телефона или социальных сетей;
- главная страница содержит карту города с указанием текущих позиций автобусов и доступных маршрутов. Здесь пользователи могут выбрать начальную и конечную точки поездки, указать количество пассажиров и желаемое время отправления;
- календарь и расписание предоставляет возможность планирования поездок на будущее, просмотра истории заказов и получения уведомлений о предстоящих поездках;
- панель отслеживания позволяет отслеживать текущее нахождение заказанного автобуса в режиме реального времени, получать уведомления о приближении автобуса и изменениях в маршруте;
- оплата и история транзакций включает поддержку различных способов оплаты (банковские карты, электронные кошельки, мобильные платежи). История транзакций доступна для просмотра и скачивания;

- обратная связь и поддержка функция оценки качества поездки, отправки жалоб и предложений, а также доступ к службе поддержки клиентов [2].

2. Серверная часть (Backend)

Серверная часть приложения обеспечивает обработку запросов от клиентских устройств, взаимодействие с базами данных и выполнение бизнес-логики. Ключевые компоненты серверной части включают в себя:

- *API-интерфейсы*: обеспечивают обмен данными между клиентскими устройствами и сервером. Используются RESTful или GraphQL API для передачи данных в формате JSON.

- *База данных*: хранение информации о пользователях, заказанных поездках, маршрутах, автобусах и тарифах. Базы данных могут быть реляционными (например, PostgreSQL) или NoSQL (например, MongoDB).

- *Аутентификация и авторизация*: механизмы защиты пользовательских данных и ограничения доступа к функциям приложения в зависимости от прав пользователя.

- *Логика обработки заказов*: модули, отвечающие за прием и обработку заявок на поездки, формирование групповых поездок, расчет стоимости и отправку уведомлений.

- *Геолокационная логика*: работа с картографическими сервисами (например, Google Maps API) для отображения маршрутов, расчета расстояний и времени в пути [3].

3. Инфраструктура и DevOps

Инфраструктура развертывания и сопровождения приложения включает в себя:

- *Контейнеризацию*: использование Docker для упаковки приложений и их легкого развертывания в облачных средах.

- *CI/CD пайплайны*: автоматизированные процессы сборки, тестирования и деплоя приложений с использованием инструментов вроде Jenkins, GitLab CI или CircleCI.
- *Мониторинг и логирование*: системы мониторинга производительности и логирования событий (например, Prometheus, Grafana, ELK Stack) для обеспечения стабильности работы приложения [4].

4. Безопасность

Важнейшими аспектами безопасности являются защита персональных данных пользователей и предотвращение несанкционированного доступа к системе. Для этого применяются:

- *Шифрование данных*: передача данных между клиентом и сервером осуществляется через защищенное соединение (HTTPS), а сами данные шифруются при хранении.
- *Аутентификация и авторизация*: двухфакторная аутентификация, токены доступа с ограниченным сроком действия, контроль прав доступа.
- *Защита от атак*: регулярные аудиты безопасности, внедрение механизмов предотвращения SQL-инъекций, XSS-атак и других видов угроз.

Архитектура мобильного приложения для заказа автобусных услуг по запросу должна быть модульной, масштабируемой и безопасной. Важно обеспечить удобное взаимодействие пользователей с приложением, а также надежную работу всех внутренних процессов, связанных с обработкой заказов, оплатой и мониторингом. Правильно спроектированное приложение станет ключевым элементом успешной реализации концепции DRT, повышая доступность и удобство общественного транспорта для горожан [5].

Алгоритмы оптимизации маршрутов и формирования групповых поездок

Одним из ключевых компонентов системы общественного транспорта по запросу (DRT) является оптимизация маршрутов и эффективное формирование групповых поездок. Эти процессы позволяют снизить затраты на транспортировку, уменьшить время ожидания пассажиров и увеличить заполняемость транспортных средств.

Рассмотрим основные алгоритмы, применяемые для достижения этих целей.

1. Оптимизация маршрутов

Оптимизация маршрутов направлена на определение наиболее эффективного пути следования транспортного средства с учетом требований всех пассажиров. Существует несколько подходов к решению этой задачи:

а. Алгоритм поиска кратчайшего пути (Shortest Path Algorithms)

Эти алгоритмы помогают найти самый короткий путь между двумя точками на карте. Примеры включают в себя:

- *Алгоритм Дейкстры*: Используется для нахождения кратчайших путей в графе с положительными весами ребер. Подходит для поиска оптимальных маршрутов в условиях стабильной дорожной инфраструктуры.

- *A (A-star)*: Расширенный вариант алгоритма Дейкстры, который учитывает эвристические оценки расстояния до цели, что делает его эффективным для больших графов.

- *Алгоритм Флойда-Уоршелла*: Применяется для нахождения кратчайших путей между всеми парами вершин графа. Полезен для предварительного вычисления всех возможных маршрутов [6].

б. Динамическая маршрутизация

Учитываются изменения в дорожной обстановке в реальном времени, такие как пробки, аварии или ремонтные работы. Данные о трафике поступают от внешних источников (например, сервисов навигации) и интегрируются в процесс маршрутизации.

2. Формирование групповых поездок

Формирование групповых поездок заключается в объединении нескольких индивидуальных запросов в одну поездку таким образом, чтобы минимизировать общие издержки и время ожидания [8]. Для этого используются различные методы кластеризации и оптимизации:

а. Кластеризация запросов

Методы кластеризации, такие как k-means или DBSCAN, позволяют сгруппировать запросы пользователей на основании близости начальных и конечных точек маршрута, а также времени начала поездки.

Пример использования k-means:

- Разделите пространство на k кластеров, где каждый кластер представляет собой группу пользователей с близкими маршрутами.
- Назначьте каждому запросу ближайший центр кластера.
- Перестройте центры кластеров путем усреднения координат запросов внутри каждого кластера.
- Повторяйте шаги 2 и 3 до тех пор, пока центры кластеров не стабилизируются.

б. Алгоритмы коммивояжера (Traveling Salesman Problem, TSP)

После группировки запросов необходимо определить оптимальный порядок посещения каждой точки в группе. Задача коммивояжера заключается в поиске самого короткого замкнутого маршрута, проходящего через все заданные точки ровно один раз. Хотя эта проблема NP-полна, существуют эффективные эвристики и приближенные алгоритмы:

- Симплекс-метод: Линейное программирование для нахождения локально оптимального решения.
- Генетический алгоритм: Эволюционный подход, основанный на случайных мутациях и скрещивании существующих решений.

- Tabu search: Локальный поиск с запретом возврата к недавно посещенным состояниям.

с. Временные окна и приоритеты

При формировании групповых поездок важно учитывать временные ограничения, такие как минимальное и максимальное время ожидания пассажира. Алгоритмы должны обеспечивать баланс между количеством обслуженных пассажиров и временем их ожидания.

3. Реализация в реальном времени

Для поддержания актуальности системы в условиях постоянно меняющихся запросов и дорожных условий, алгоритмы должны быть способны функционировать в режиме реального времени. Это подразумевает использование:

- Поточковой обработки данных.
- Параллельных вычислений для ускорения расчетов.
- Динамического перераспределения ресурсов в зависимости от текущей нагрузки.

Алгоритмы оптимизации маршрутов и формирования групповых поездок играют решающую роль в повышении эффективности системы DRT. Они обеспечивают экономию времени и ресурсов, улучшая опыт пассажиров и снижая эксплуатационные расходы [9].

Методы прогнозирования спроса на транспортные услуги

Прогнозирование спроса на транспортные услуги является критически важным компонентом системы общественного транспорта по запросу (DRT), поскольку оно помогает эффективно распределять ресурсы и минимизировать время ожидания для пользователей. Рассмотрим основные методы прогнозирования, используемые в этой области [7].

1. Временные ряды (*Time Series Analysis*)

Этот подход основан на анализе исторических данных о количестве поездок в разное время дня, недели и года. Целью является выявление закономерностей и трендов, которые могут быть использованы для прогнозирования будущего спроса. Методы временного ряда включают в себя:

- *Сезонность и тренд*: Анализ сезонных колебаний (например, утренние и вечерние пики) и долгосрочных трендов (увеличение или уменьшение общего объема поездок).
- *Автокорреляция*: Оценка взаимосвязи между значениями временного ряда на разных временных интервалах.
- *ARIMA модели*: Комбинируют автокорреляцию, скользящие средние и дифференцирование для моделирования сложных временных рядов.

2. Машинное обучение (*Machine Learning*)

Использование машинного обучения позволяет строить более точные прогнозы, учитывая широкий спектр факторов, влияющих на спрос.

Основные методы включают в себя:

- *Линейная регрессия*: Простая модель, связывающая зависимую переменную (спрос) с одной или несколькими независимыми переменными (факторами влияния).
- *Деревья решений и случайные леса*: Нелинейные модели, способные учитывать сложные взаимодействия между факторами.
- *Нейронные сети*: Глубокие нейронные сети особенно эффективны для обработки большого объема данных и выявления скрытых паттернов.

3. Прогнозирование на основе внешних факторов

Помимо временных рядов и машинного обучения, прогнозирование может включать учет внешних факторов, таких как:

- **Погодные условия:** Погода может существенно влиять на количество поездок (например, дождливая погода влияет на количество пассажиров).
- **Специальные события:** Концерты, спортивные мероприятия, фестивали и другие массовые события приводят к всплескам спроса.
- **Социально-экономические факторы:** Уровень занятости, доходы населения, стоимость топлива и другие экономические показатели [9].

4. Динамическое обновление прогнозов

Поскольку ситуация на дорогах меняется в реальном времени, прогнозы должны регулярно пересматриваться и корректироваться. Для этого используются:

- **Потоковая обработка данных:** Постоянный сбор и анализ данных о текущем состоянии дорожного движения и активности пользователей.
- **Онлайн-обучение:** Адаптация моделей машинного обучения к новым данным по мере их поступления.

Методы прогнозирования спроса на транспортные услуги играют важную роль в управлении ресурсами и обеспечении высокого уровня обслуживания в системах DRT. Комбинация временных рядов, машинного обучения и учета внешних факторов позволяет создать надежные и адаптируемые прогнозы, способствующие повышению эффективности и удовлетворенности пользователей [7].

Интеграция с существующей инфраструктурой общественного транспорта

Для успешного функционирования системы общественного транспорта по запросу (DRT) необходима эффективная интеграция с уже существующей инфраструктурой общественного транспорта. Эта интеграция охватывает несколько направлений и требует тщательного планирования и координации действий.

Рассмотрим основные аспекты интеграции [8].

1. Совместимость с существующими транспортными системами

Первым шагом является обеспечение совместимости DRT с действующими транспортными системами, такими как регулярные автобусные маршруты, метро, трамваи и троллейбусы. Это предполагает:

- Гармонизация расписаний: Синхронизация времени отправления и прибытия автобусов DRT с регулярными маршрутами для удобства пересадок.
- Единая билетная система: Внедрение универсальных билетов или электронных проездных, действующих как на DRT, так и на других видах общественного транспорта.
- Обмен данными: Интеграция информационных систем для обмена данными о расписаниях, задержках и загрузке транспортных средств.

2. Использование общих остановок и терминалов

Для упрощения процесса пересадки пассажиры должны иметь возможность использовать одни и те же остановки и терминалы для DRT и традиционных маршрутов. Это требует:

- Модификации инфраструктуры: Установка дополнительных информационных панелей и навигационных знаков на остановках, используемых DRT.
- Синхронизация расписаний: Обеспечение четкой видимости времени прибытия и отправления всех видов транспорта на одной платформе.

3. Координация диспетчерских служб

Координация работы диспетчерских служб имеет важное значение для обеспечения бесперебойного функционирования обеих систем. Необходимо предусмотреть:

- Совместное планирование маршрутов: Обмен информацией о загруженности дорог, авариях и ремонтных работах для оптимальной организации движения.
- Единый центр управления: Создание централизованного центра управления транспортом, который будет координировать работу всех участников транспортной системы.

4. Информационное взаимодействие

Эффективное информационное взаимодействие между различными видами транспорта и пассажирами является ключом к успешному внедрению DRT. Оно включает в себя:

- Интерактивные информационные панели: Установленные на остановках и в терминалах, они предоставляют актуальную информацию о движении всех видов транспорта.
- Мобильные приложения: Разработка единого приложения для заказа и отслеживания поездок на всех видах общественного транспорта.
- Уведомления и оповещения: Система уведомлений для информирования пассажиров о любых изменениях в расписании или маршруте.

5. Юридическая и нормативная база

Для успешной интеграции DRT с существующей инфраструктурой общественного транспорта необходимо учесть юридические и нормативные требования. Это включает в себя:

- Получение разрешений: Оформление необходимых лицензий и разрешений на эксплуатацию транспортных средств и использование инфраструктуры.
- Соответствие стандартам: Соблюдение нормативных актов и стандартов, регулирующих работу общественного транспорта.

- Заключение соглашений: Подписание договоров с местными властями и транспортными компаниями о сотрудничестве и совместной эксплуатации.

Интеграция системы общественного транспорта по запросу с существующей инфраструктурой общественного транспорта требует комплексных мер по гармонизации расписаний, использованию общей инфраструктуры, координации диспетчерских служб и информационного взаимодействия. Тщательное планирование и соблюдение юридических норм обеспечат успешное функционирование новой системы и улучшение качества обслуживания пассажиров [10].

Заключение

В ходе данного исследования были рассмотрены ключевые аспекты методологии разработки системы общественного транспорта по запросу (DRT), включая архитектуру мобильного приложения, алгоритмы оптимизации маршрутов и прогнозирования спроса, а также интеграцию с существующей инфраструктурой общественного транспорта. Разработанная методология демонстрирует высокий потенциал для повышения эффективности городских перевозок и улучшения качества обслуживания пассажиров.

Выводы:

1. Мобильное приложение: Создание удобного и функционального интерфейса для пользователей способствует увеличению популярности и востребованности DRT. Использование микросервисной архитектуры и современных технологий обеспечивает масштабируемость и надежность системы.

2. Оптимизация маршрутов: Применение алгоритмов кластеризации и оптимизации маршрутов позволяет минимизировать время в пути и затраты на топливо, одновременно увеличивая заполняемость транспортных средств.

Внедрение динамических алгоритмов в режиме реального времени повышает точность и адаптивность системы.

3. Прогнозирование спроса: Использование методов анализа временных рядов и машинного обучения позволяет точно прогнозировать спрос на транспортные услуги, что способствует рациональному распределению ресурсов и снижению времени ожидания для пассажиров.

4. Интеграция с инфраструктурой: Эффективная интеграция с существующей транспортной сетью требует гармонизации расписаний, совместного использования остановок и терминалов, а также тесного информационного взаимодействия. Успешная интеграция улучшает координацию и повышает удобство для пассажиров.

Таким образом, предложенная автором статьи методология, создает основу для внедрения инновационной системы DRT, способствующей улучшению мобильности населения и оптимизации городских транспортных потоков. Дальнейшие исследования могут быть направлены на тестирование и совершенствование предложенной методики в реальных условиях, а также на расширение функционала системы для удовлетворения специфических потребностей различных городов и регионов.

Список источников

1. Dial-A-Ride. Users Guide for the City of Fort Collins. – URL: http://www.ridetransfort.com/img/site_specific/uploads/DARUsersGuide.pdf (дата обращения 02.03.2025).
2. A survey of dial-a-ride problems: Literature review and recent developments / Ho S. C. et al. // *Transportation Research Part B: Methodological*. – 2018. – Vol. 111. – P. 395-421. – DOI 10.1016/j.trb.2018.02.001.
3. On-Demand Automotive Fleet Electrification Can Catalyze Global Transportation Decarbonization and Smart Urban Mobility / G. Bauer, Ch. Zheng, J. B. Greenblatt [et al.] // *Environmental Science and Technology*. – 2020. – Vol. 54, No. 12. – P. 7027-7033. – DOI 10.1021/acs.est.0c01609. – EDN UPOPCK.
4. On-demand route allocation: A smart transportation scheme / Md Shadman Sakib Showrov, Md Riaz Ahmad Shuvo, Mohammad Yeasin Newaj Khan [et al.] // *International*

Journal of Science and Research Archive. – 2023. – Vol. 10, No. 1. – P. 113-118. – DOI 10.30574/ajsra.2023.10.1.0717. – EDN EIDCXL.

5. Донской, П. On demand: адаптивные маршруты общественного транспорта / П. Донской, П. Малахальцев // Городские исследования и практики. – 2019. – Т. 4, № 4(17). – С. 93-125. – DOI 10.17323/usp44201993-125. – EDN OEDOBV.

6. Князев, С. М. Разработка алгоритма поиска оптимальных маршрутов с помощью алгоритма Флойда-Уоршелла на примере транспортной системы города Лангепас / С. М. Князев // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования: Электронный сборник статей по материалам XLVII студенческой международной научно-практической конференции. Том 12(47) : Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга", 2018. – С. 74-81. – EDN TPBBVY.

7. Михневич, И. М. Метод оценки целесообразности внедрения транспорта по запросу в городских и пригородных зонах / И. М. Михневич, А. А. Белехов // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 2-2(85). – С. 32-41. – DOI 10.33979/2073-7432-2024-2-2(85)-32-41. – EDN OJFRDA.

8. Михневич, И. М. Показатели целесообразности внедрения транспорта по запросу в городских и пригородных зонах / И. М. Михневич // Молодые исследователи - регионам : Материалы Международной научной конференции, Вологда, 23 апреля 2024 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2024. – С. 1069-1070. – EDN UKDNKO.

9. Планидин, Р. И. Анализ алгоритмов маршрутизации на примере алгоритмов Дейкстры и Флойда / Р. И. Планидин // Вестник студенческой науки кафедры информационных систем и программирования. – 2017. – № 1(1). – С. 41-47. – EDN YTPCPX.

10. Смолин, И. Ю. Оптимизация поиска пути. Алгоритмы нахождения кратчайшего пути / И. Ю. Смолин, И. Ю. Барабанщиков // Colloquium-Journal. – 2020. – № 1-2(53). – С. 92-97. – EDN PZXYYN.

11. Титова, С. С. Различия и особенности on-demand маршрутов и demand responsive transport (DRT) / С. С. Титова // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2025. – Т. 10, № 5(55). – С. 31-42. – EDN UVSOSY.

12. Титова, С. С. Анализ международного опыта функционирования и нормативно-правового регулирования перевозок по запросу / С. С. Титова, Р. В. Филиппова // Транспортное дело России. – 2025. – № 2. – С. 195-199. – EDN CJXMBB.

References

1. URL:
http://www.ridetransfort.com/img/site_specific/uploads/DARUsersGuide.pdf (02.03.2025).

2. Ho Sin C., Szeto W.Y., Kuo Yong-Hong, Leung Janny M.Y., Petering Matthew, Tou Terence W.H. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2018, vol. 111, pp. 395-421, DOI 10.1016/j.trb.2018.02.001.
3. Bauer G., Zheng Ch., Greenblatt J.B., Shaheen S, Kammen D.M. *Environmental Science and Technology*, 2020, vol. 54, no. 12, pp. 7027–7033, DOI: 10.1021/acs.est.0c01609.
4. Showrov Md Shadman Sakib, Shuvo Md Riaz Ahmad, Khan Mohammad Yeasin Newaj, Das Akash, Rafid Muhtasim, Das Tanmoy. *International Journal of Science and Research Archive*, 2023, vol. 10, no. 1, pp. 113-118, DOI: 10.30574/ijrsra.2023.10.1.0717.
5. Donskoy P., Malakhal'tsev P. *Gorodskiyе issledovaniya i praktiki*, 2019, vol. 4, no. 4(17), pp. 93-125, DOI: 10.17323/usp44201993-125.
6. Knyazev S.M. *Nauchnoye soobshchestvo studentov. Mezhdistsiplinarnyye issledovaniya: Elektronnyy, Sbornik statey*, Novosibirsk, Assotsiatsiya nauchnykh sotrudnikov "Sibirskaya akademicheskaya kniga", 2018, vol. 12(47), pp. 74-81.
7. Mikhnevich I.M., Belekhov A.A. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2024, no. 2-2(85), pp. 32-41, DOI: 10.33979/2073-7432-2024-2-2(85)-32-41.
8. Mikhnevich I.M. *I Molodyye issledovateli – regionam*, Materialy konferentsii, Vologda, Vologodskiy gosudarstvennyy universitet, 2024, pp. 1069-1070.
9. Planidin R.I. *Vestnik studencheskoy nauki kafedry informatsionnykh sistem i programmirovaniya*, 2017, no. 1(1), pp. 41-47.
10. Smolin I.Yu., Barabanshchikov I.Yu. *Colloquium-Journal*, 2020, no. 1-2(53), pp. 92-97.
11. Titova S.S. *Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti*, 2025, no. 5(55), pp. 31-42.
12. Titova S.S., Filippova R.V. *Transportnoye delo Rossii*, 2025, no. 2, pp. 195-199.

Рецензент: Ю.А. Короткова, канд. техн. наук, доц., МАДИ

Информация об авторе

Титова Светлана Семеновна, старший преподаватель, МАДИ.

Information about the author

Titova Svetlana S., Senior Lecturer, MADI.

Статья поступила в редакцию 07.04.2025; одобрена после рецензирования 05.05.2025; принята к публикации 09.06.2025.

The article was submitted 07.04.2025; approved after reviewing 05.05.2025; accepted for publication 09.06.2025.

№ 2(44)

июнь 2025

АВТОМОБИЛЬ • ДОРОГА • ИНФРАСТРУКТУРА

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ