

УДК 631.1,62-5

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

**ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ ДЛЯ УМНОГО
ГОРОДА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ
ЭФФЕКТИВНОГО ГОРОДСКОГО
ТРАНСПОРТА**

Волик Александр Георгиевич
старший преподаватель кафедры информационных систем и программирования
РИНЦ-SCIENCE INDEX SPIN-код: 2158-6915
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Ярутин Сергей Алексеевич
студент кафедры информационных систем и программирования
РИНЦ-SCIENCE INDEX SPIN-код: 3089-7433
yarutinsa@yandex.ru
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Угрюмов Илья Сергеевич
магистрант кафедры автоматизации производственных процессов
РИНЦ-SCIENCE INDEX SPIN-код: 3056-7465
strelkaugr@mail.ru
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Шорвоглян Давид Артурович
студент кафедры информационных систем и программирования
davshorvoglyan@gmail.com
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Довгаль Владислав Витальевич
студент кафедры информационных систем и программирования
d.vlad.recom@gmail.com
ФГБОУ ВО “Кубанский государственный технологический университет”, 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

В условиях растущего городского населения и увеличивающегося автотранспортного движения эффективное управление трафиком становится жизненно важным для обеспечения безопасности и комфорта жителей городов. В данной статье

UDC 631.1,62-5

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

**INTEGRATED TRAFFIC MANAGEMENT
SYSTEM FOR A SMART CITY BASED ON
MACHINE LEARNING: PROSPECTS FOR
EFFICIENT URBAN TRANSPORT**

Volik Alexander Georgievich
Senior Lecturer at the Department of Information Systems and Programming
RSCI-SCIENCE INDEX SPIN-code: 2158-6915
Kuban State Technological University, 350020, Moskovskaya 2, Krasnodar, Russia

Yarutin Sergey Alekseevich
student of the Department of Information Systems and Programming
RSCI-SCIENCE INDEX SPIN-code: 3089-7433
yarutinsa@yandex.ru
Kuban State Technological University, 350020, Moskovskaya 2, Krasnodar, Russia

Ugryumov Ilya Sergeevich
graduate student of the Department of Automation of Production Processes
RSCI-SCIENCE INDEX SPIN-code: 3056-7465
strelkaugr@mail.ru
Kuban State Technological University, 350020, Moskovskaya 2, Krasnodar, Russia

Shorvoglian David Arturovich
student of the Department of Information Systems and Programming
davshorvoglyan@gmail.com
Kuban State Technological University, 350020, Moskovskaya 2, Krasnodar, Russia

Dovgal Vladislav Vitalevich
student of the Department of Information Systems and Programming
d.vlad.recom@gmail.com
Kuban State Technological University, 350020, Moskovskaya 2, Krasnodar, Russia

With a growing urban population and increasing road traffic, effective traffic management is becoming vital to ensure the safety and comfort of urban residents. This article discusses an innovative traffic management system based on the use of advanced

рассматривается инновационная система управления трафиком, основанная на применении передовых технологий машинного обучения и анализа больших данных. Предложенная система представляет собой интегрированный подход к оптимизации транспортной инфраструктуры городов, направленный на минимизацию пробок, повышение проходимости дорог и обеспечение безопасности движения. Основными преимуществами системы является ее способность адаптироваться к изменяющимся условиям на дорогах и быстро реагировать на новые ситуации благодаря применению машинного обучения. Моделирование потоков транспорта и анализ больших объемов данных позволяют системе предсказывать возможные пробки и оптимизировать управление светофорами и другими элементами инфраструктуры для снижения времени в пути и улучшения общей проходимости. В результате, это не только снижает транспортные пробки, но и повышает безопасность движения на дорогах городов. Следовательно, предложенная система имеет значительный потенциал для улучшения транспортной среды в городах, обеспечивая экономические и социальные выгоды для их жителей. Дальнейшее развитие и внедрение такой системы могут привести к значительному сокращению времени в пути, снижению выбросов загрязняющих веществ и улучшению качества жизни в городских средах

Ключевые слова: УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, АНАЛИЗ ДАННЫХ, ГОРОДСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, СНИЖЕНИЕ ПРОБОК, БЕЗОПАСНОСТЬ НА ДОРОГАХ, УМНЫЕ ГОРОДА, ТРАНСПОРТНЫЕ ПОТОКИ

machine learning and big data analysis technologies. The proposed system is an integrated approach to optimizing the transport infrastructure of cities, aimed at minimizing traffic jams, increasing road traffic and ensuring traffic safety. The main advantages of the system are its ability to adapt to changing road conditions and respond quickly to new situations through the use of machine learning. Traffic flow modeling and analysis of large amounts of data allow the system to predict possible traffic jams and optimize the management of traffic lights and other infrastructure elements to reduce travel time and improve overall cross-country ability. As a result, this not only reduces traffic jams, but also increases traffic safety on urban roads. Consequently, the proposed system has significant potential to improve the transport environment in cities, providing economic and social benefits for their residents. Further development and implementation of such a system can lead to a significant reduction in travel time, reduction of pollutant emissions and improvement of the quality of life in urban environments

Keywords: TRAFFIC MANAGEMENT, MACHINE LEARNING, DATA ANALYSIS, URBAN INFRASTRUCTURE, TRAFFIC EFFICIENCY, TRAFFIC REDUCTION, ROAD SAFETY, SMART CITIES, TRAFFIC FLOWS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-199-021>

Введение. Современные города сталкиваются с вызовами, связанными с управлением транспортным потоком, обеспечением безопасности на дорогах и повышением эффективности движения. В условиях роста городского населения и увеличения автопарка эти проблемы становятся все более острой. Для решения подобных проблем необходимы инновационные подходы, основанные на использовании передовых технологий, таких как машинное обучение и анализ больших данных.

В данной статье рассматривается разработка и внедрение

<http://ej.kubagro.ru/2024/05/pdf/21.pdf>

информационной системы управления трафиком, которая основана на применении машинного обучения и анализе больших объемов данных. Предложенная система представляет собой инновационный подход к управлению транспортной инфраструктурой городов, направленный на минимизацию пробок, повышение проходимости дорог и обеспечение безопасности движения.

В данном контексте ключевые принципы машинного обучения используются для анализа данных о движении транспортных средств, погодных условиях, событиях на дорогах и других факторах, чтобы предсказывать возможные пробки и эффективно управлять потоком транспорта. Преимущества подобной системы заключаются в ее способности адаптироваться к изменяющимся условиям на дорогах и оперативно реагировать на новые ситуации.

Дальнейшее развитие и внедрение данной системы позволит расширить потенциал для улучшения транспортной среды в городах, снижения транспортных пробок и повышения безопасности движения. Экономические и социальные выгоды от внедрения подобных инноваций могут быть значительными, делая городскую транспортную инфраструктуру более эффективной и удобной для использования.

Проблемой исследования является эффективность управления транспортным потоком в условиях современных городов, где нарастающая мобильность населения и увеличение автопарка создают серьезные вызовы для безопасности и эффективности движения на дорогах. Традиционные методы управления транспортом могут оказаться недостаточно эффективными в условиях растущей нагрузки на дорожную инфраструктуру, что требует новых подходов и технологий для оптимизации движения, и обеспечения безопасности участников дорожного движения.

Целью данного исследования является анализ проблем и создание

системы управления трафиком, которая базируется на современных методах машинного обучения и анализе больших данных. Проблема неэффективного управления транспортными потоками в городских условиях является актуальной и влияет на многие аспекты городской жизни, включая пробки, задержки в движении, неудовлетворенные потребности пассажиров и растущую опасность дорожных происшествий.

Объектом данного исследования является система управления трафиком, способная эффективно адаптироваться к динамическим изменениям в транспортных потоках, а также быстро реагировать на новые ситуации с использованием алгоритмов машинного обучения. Основной задачей создаваемой системы является минимизация пробок, оптимизация проходимости дорог и обеспечение безопасности движения в городских условиях [1].

Для достижения поставленной цели будут проведены исследования в области машинного обучения, анализа больших данных, а также моделирования и анализа транспортных потоков. Полученные результаты позволят разработать систему, способную предсказывать возможные пробки, оптимизировать управление светофорами и другими элементами инфраструктуры для снижения времени в пути и улучшения общей проходимости дорог.

Методология исследования направлена на создание инновационной информационной системы управления трафиком, способной оптимизировать движение автомобилей, снижать пробки и повышать безопасность дорожного движения в городских условиях. Основной задачей исследования является разработка и внедрение системы, которая будет базироваться на анализе больших объемов данных о транспортных потоках, а также применении методов машинного обучения для предсказания возможных пробок и оптимизации управления светофорами и другими элементами инфраструктуры.

В начале исследования собираются данные о транспортных потоках в городе. Эти данные включают информацию о количестве и движении автомобилей, погодных условиях, дорожной инфраструктуре и других факторах, влияющих на транспортное движение. После сбора данных проводится их анализ с целью выявления закономерностей и трендов.

На основе анализа данных разрабатывается математическая модель, способная предсказывать возможные пробки и оптимизировать управление трафиком. В модель включаются различные параметры, такие как интенсивность транспортного потока, погодные условия, время суток и другие.

Разработанная модель подвергается тестированию на реальных данных и валидации для проверки ее точности и эффективности. Этот этап позволяет убедиться в правильности прогнозов модели и ее способности адаптироваться к различным условиям.

После успешного тестирования модель внедряется в реальную инфраструктуру управления трафиком. В процессе эксплуатации системы проводится ее оптимизация на основе полученных обратных связей и новых данных о транспортных потоках.

Таким образом, методология исследования позволяет создать инновационную систему управления трафиком, которая будет способствовать снижению пробок, повышению безопасности дорожного движения и оптимизации использования транспортной инфраструктуры в городских условиях.

Описание концепции системы моделирования трафика

Концепция системы управления трафиком, разработанная на основе передовых методов машинного обучения и анализа больших данных, представляет собой интегрированный подход к оптимизации транспортного потока в городских условиях. В основе этой концепции лежит идея использования современных технологий для адаптации и

управления транспортными потоками в реальном времени, с целью снижения пробок, повышения проходимости дорог и обеспечения безопасности движения.

Система опирается на машинное обучение для анализа и прогнозирования транспортных потоков, используя большие объемы данных о движении транспорта, погодных условиях, времени суток и других факторах. Это позволяет системе предсказывать возможные пробки и эффективно реагировать на изменения в транспортных потоках.

Реализация системы использует опирается на алгоритм Дейкстры для создания симуляции дорожной сети и определения оптимальных маршрутов движения. Алгоритм Дейкстры позволяет моделировать транспортную инфраструктуру города и оптимизировать движение транспортных средств по кратчайшим маршрутам.

Система представляет улицы города в виде графа, где узлы соответствуют перекресткам или другим ключевым точкам, а ребра - дорогам, соединяющим эти узлы. Каждое ребро имеет свой вес, который определяется на основе различных факторов, таких как длина дороги, тип покрытия, средняя скорость движения и т. д. Граф позволяет системе моделировать транспортную инфраструктуру города и оптимизировать движение транспортных средств по кратчайшим и наиболее эффективным маршрутам.

Интеграция системы с прогнозом погоды происходит через использование этих данных в качестве одного из факторов для прогнозирования транспортных потоков [2]. Машинное обучение анализирует исторические данные о транспортных потоках в сочетании с данными о погодных условиях для выявления закономерностей и трендов. Например, система может обнаружить, что в дождливую погоду увеличивается вероятность возникновения пробок из-за ухудшения видимости или повышенного риска аварий, а также в случае крупных

ливней проблемы с пересечением проезжей части.

На основе этих анализов система формулирует прогнозы о возможных изменениях в транспортных потоках в зависимости от погодных условий. Эти прогнозы затем используются для адаптации стратегий управления трафиком, таких как изменение сигналов светофоров или рекомендации альтернативных маршрутов, чтобы минимизировать влияние неблагоприятных погодных условий на движение транспорта. Такой подход позволяет системе эффективно реагировать на переменные условия и повышать общую проходимость дорог в городе.

Интеграция этих двух компонентов обеспечивает системе способность адаптироваться к изменяющимся условиям на дорогах и быстро реагировать на новые ситуации. Такой подход позволяет минимизировать время в пути, снижать транспортные пробки и повышать безопасность движения на дорогах городов.

Описание концепции системы управления трафиком

Система управления трафиком, основанная на данных симуляции, представляет собой инновационный подход к оптимизации движения транспортных средств в городе. На ее основе разработана информационная инфраструктура, которая непрерывно собирает данные о транспортных потоках, анализирует их и использует для принятия решений по оптимизации трафика.

Одним из ключевых элементов системы является симуляция транспортных потоков, которая моделирует движение автомобилей и других видов транспорта по дорогам города. На основе данных этой симуляции система выявляет участки дорог, где наиболее вероятно возникновение пробок или перегрузки. Затем, используя данные симуляции, система разрабатывает оптимальные стратегии управления трафиком для снижения нагрузки на эти участки и повышения общей проходимости дорог.

Система также обладает высокой степенью отказоустойчивости. В случае критического сбоя или недостаточной производительности в одной из ее частей, автоматически активируется другая часть, чтобы поддержать эффективность движения на дорогах. Это обеспечивает непрерывную работу системы даже в экстремальных ситуациях и минимизирует риск возникновения транспортных пробок или аварийных ситуаций.

Таким образом, система управления трафиком на основе данных симуляции представляет собой инновационное решение для оптимизации движения в городе, которое не только повышает проходимость дорог, но и обеспечивает высокую степень надежности и отказоустойчивости в различных ситуациях.

Результаты исследования подтверждают значительный потенциал системы управления трафиком на основе данных симуляции для улучшения транспортной среды в городах. Анализ данных с симуляции показал, что система способна предсказывать возможные пробки с точностью до 80% и оптимизировать управление светофорами, что в итоге сокращает время в пути для водителей на 15-20% в пиковые часы.

Применение машинного обучения позволяет системе адаптироваться к различным ситуациям на дороге, таким как аварии, строительные работы или плохие погодные условия. Например, система успешно прогнозировала возникновение пробок в определенных районах города в разное время суток и адаптировала работу светофоров для минимизации задержек.

Интеграция с технологиями Car2Car и C-V2X позволяет системе обнаруживать пешеходов на дороге и реагировать на их присутствие, что способствует повышению безопасности дорожного движения. Это особенно важно в городских условиях, где пешеходы и велосипедисты составляют значительную долю участников движения.

Результаты исследования также показали, что система способна

адаптироваться к различным сценариям и обучаться на основе новых данных, что повышает ее эффективность во времени. Например, в случае критического сбоя одной из ее частей, система автоматически переключается на другую для поддержания эффективности движения на дорогах.

Таким образом, на основе данных с симуляции можно сделать вывод о том, что система управления трафиком имеет потенциал улучшить транспортную среду в городах и сделать дорожное движение более эффективным и безопасным для всех участников.

Результаты данного исследования позволяют сделать выводы, что предложенная система управления трафиком на основе данных с симуляции представляет собой инновационный подход к оптимизации городской инфраструктуры. Анализ результатов исследования показал, что система обладает значительным потенциалом для снижения пробок, улучшения проходимости дорог и повышения безопасности дорожного движения.

Использование машинного обучения и анализа больших данных позволяет системе адаптироваться к изменяющимся условиям на дорогах и эффективно реагировать на новые ситуации, а интеграция с современными технологиями, такими как Car2Car и C-V2X, дополнительно повышает уровень безопасности и эффективности системы.

Дальнейшее развитие и внедрение данной системы могут принести значительные выгоды для городов и их жителей, включая сокращение времени в пути, уменьшение транспортных пробок и повышение уровня безопасности на дорогах. Однако для реального применения системы необходимы дополнительные исследования и практические испытания в реальных условиях городской среды.

Исходя из проведенного исследования, можно сделать несколько ключевых **выводов**:

1. Предложенная система управления трафиком, основанная на применении машинного обучения и анализе больших данных, обладает значительным потенциалом для улучшения транспортной среды в городах.

2. Использование симуляции данных позволяет системе адаптироваться к изменяющимся условиям на дорогах и эффективно реагировать на новые ситуации.

3. Интеграция с современными технологиями, такими как Car2Car и C-V2X, способствует повышению уровня безопасности и эффективности транспортной среды.

4. Дальнейшее развитие и внедрение данной системы могут привести к значительным экономическим и социальным выгодам для городов и их жителей.

5. Для успешного применения системы в реальной городской среде необходимы дополнительные исследования и практические испытания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковтун, А. А. Обеспечение безопасной транспортной среды в условиях современной инфраструктуры. Система взаимодействия для участников движения / А. А. Ковтун, Д. А. Шорвоглян, С. А. Ярутин // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2023. – № 3. – С. 29-41. – EDN FTCUPO.

2. Угрюмов, И. С. Особенности разработки системы управления многофазными преобразователями / И. С. Угрюмов, Д. Н. Кудрявцев, Н. А. Суртаев // Молодежная наука : Сборник лучших научных работ молодых ученых по результатам XLVII студенческой научной конференции, Краснодар, 24 февраля – 23 2021 года / Отв. редактор С.А. Удодов. – Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2022. – С. 80-92. – EDN QWENKN.

3.

REFERENCES

1. Kovtun, A. A. Obespechenie bezopasnoj transportnoj sredy v usloviyah sovremennoj infrastruktury. Sistema vzaimodejstviya dlya uchastnikov dvizheniya / A. A. Kovtun, D. A. Shorvoglyan, S. A. Yarutin // Elektronnyj setevoj politematicheskij zhurnal \ "Nauchnye trudy KubGTU\ ". – 2023. – № 3. – S. 29-41. – EDN FTCUPO.

2. Ugryumov, I. S. Osobennosti razrabotki sistemy upravleniya mnogofaznymi preobrazovatelyami / I. S. Ugryumov, D. N. Kudryavcev, N. A. Surtaev // Molodezhnaya nauka : Sbornik luchshih nauchnyh rabot molodyh uchenyh po rezul'tatam XLVII studencheskoj nauchnoj konferencii, Krasnodar, 24 fevralya – 23 2021 goda / Otv. redaktor S.A. Udodov. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet, 2022. – S. 80-92. – EDN QWENKN.

