УДК 656

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ С УЧЕТОМ СЕЗОННЫХ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

♦♦♦♦♦

FORECASTING TRAFFIC FLOWS BASED ON SEASONAL AND WEATHER CONDITIONS

Коновалова Т.В.
Кубанский государственный технологический университет
tan_kon@mail.ru

Котенкова И.Н.
Кубанский государственный технологический университет

Надирян С.Л.
Кубанский государственный технологический университет

Ищенко А.Г.
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы влияния сезонных и погодно-климатических факторов на характеристики транспортных потоков, а также возможность прогнозирования транспортных потоков с учетом изменения качественных и количественных характеристик окружающей среды и календарного периода.

Ключевые слова: транспортный поток, улично-дорожная сеть, интенсивность, прогнозирование, моделирование, интеллектуальные транспортные системы, погодно-климатические факторы.

Konovalova T.V.
Kuban State Technological University
tan_kon@mail.ru

Kotenkova I.N.
Kuban State Technological University

Nadiryan S.L.
Kuban State Technological University

Ishenko A.G.
Kuban State Technological University

Annotation. The article discusses the influence of seasonal and weather-climatic factors on the characteristics of traffic flows, as well as the possibility of forecasting traffic flows taking into account changes in the qualitative and quantitative characteristics of the environment and the calendar period.

Keywords: traffic flow, street and road network, intensity, forecasting, modeling, intelligent transport systems, weather and climatic factors.

Прогнозирование транспортных потоков является фундаментальным элементом эффективного управления дорожным движением, планирования транспортной инфраструктуры, организации дорожных работ и оптимизации функционирования городских транспортных систем. Точность транспортного прогноза во многом определяет эффективность принятия решений на различных уровнях управления – от локального регулирования на перекрёстках до стратегического планирования транспортного развития.

Одним из наиболее сложных аспектов прогнозирования является необходимость учета сезонных и погодных факторов, которые существенно влияют на интенсивность движения, скорость транспортных потоков, поведение водителей и пропускную способность элементов УДС.

Сезонные и погодные изменения носят циклический и стохастический характер, что требует применения специальных методов анализа данных и построения моделей прогнозирования, устойчивых к высоким вариациям входных параметров. **Сезонные изменения транспортной нагрузки** проявляются в нескольких формах (рис. 1).

Так, в зимний период наблюдается снижение скоростного режима, увеличение длины тормозного пути, рост времени реакции водителей, что приводит к уменьшению пропускной способности дорог. Летний период, напротив, характеризуется перераспределением потоков за пределы городов, увеличением интенсивности на загородных магистралях и снижением нагрузки на отдельные городские маршруты.

Погодные условия оказывают непосредственное влияние на транспортный поток. Осадки (дождь, снег), туман, обледенение покрытия, температура воздуха и скорость ветра могут изменять поведение водителей, динамические характеристики транспортных средств, доступность отдельных маршрутов, а также приводить к увеличению числа аварийных ситуаций. Например, дождь уменьшает коэффициент сцепле-

ния, что снижает среднюю скорость на 10–30 %, а интенсивный снегопад может привести к падению скорости до уровней ниже 30 км/ч на основных магистралях города.



Рисунок 1 – Формы проявления сезонных изменений транспортной нагрузки

В рамках прогнозирования необходимо учитывать влияние каждого фактора в отдельности, а также их комплексное влияние. Для этой цели применяются современные математические и вычислительные методы: статистические модели (ARIMA, SARIMA, модели регрессионного анализа), методы машинного обучения (деревья решений, ансамбли, градиентный бустинг), методы глубокого обучения (LSTM- и GRU-рекуррентные сети, CNN для обработки временных рядов, Transformer-модели). Данные методы позволяют извлекать сложные нелинейные зависимости между входными параметрами и характеристиками транспортного потока.

Особую роль играет использование больших данных, получаемых из автоматизированных систем контроля дорожного движения, датчиков трафика, камер видеонаблюдения, GPS-треков автомобилей, данных операторов мобильной связи, навигационных сервисов. Интеграция транспортных и метеорологических данных позволяет строить гибридные модели, устойчивые к шумам и изменчивости входных параметров.

Процесс подготовки прогностической модели включает:

– **Сбор данных**, включающий многолетние записи об интенсивности движения, погодных условиях, сезонных колебаниях, аварийности и дорожных ограничениях.

– **Фильтрацию и структурирование данных**, устранение ошибок измерений, выделение ключевых признаков.

– **Анализ временных рядов** с целью выявления цикличности, трендов, всплесков интенсивности и аномалий.

– **Формирование прогностической модели**, учитывающей сезонные компоненты, влияние осадков, видимости, температуры, состояния покрытия.

– **Калибровку и валидацию** модели на реальных данных для обеспечения надежности и обоснованности прогнозов.

Прогнозирование с учётом сезонных и погодных факторов применяется для решения широкого спектра задач (рис. 2).

Таким образом, прогнозирование транспортных потоков с учетом сезонных и погодных условий представляет собой сложный междисциплинарный процесс, интегрирующий методы анализа больших данных, математического моделирования и интеллектуальных систем управления. Научная значимость направления заключается в возможности повышения точности транспортных прогнозов и разработки новых методов учета динамических факторов.



Рисунок 2 – Прогнозирование с учётом сезонных и погодных факторов

Литература

1. Коновалова Т.В. Организация перевозочных услуг и безопасность транспортного процесса / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 256 с. ISBN 978-5-8333-1355-8. EDN SZMALB
2. Коновалова Т.В. Способы оценки пропускной способности участка городской улично-дорожной сети / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, А.Д. Козадерова // Интегрированные транспортные решения: вызовы современности и перспективы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 07–09 октября 2025 года. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, Новация, 2025. – С. 187–193. EDN UVJDGS
3. Коновалова Т.В. Транспортная система в концепции «умного города» / Т.В. Коновалова, А.О. Кудряшов, В.М. Плаксунова // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 20–22 ноября 2024 года. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2025. – С. 223–228. EDN FTDIDO
4. Коновалова Т.В. Анализ и прогнозирование транспортных потоков с использованием Big Data и искусственного интеллекта в условиях городского трафика / Т.В. Коновалова, В.С. Ивина // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 сентября 2024 года. – М. : Российский университет транспорта, 2024. – С. 27–30. EDN HHROXO
5. Анализ методов и способов популяризации пассажирского транспорта среди населения крупных и крупнейших городов / А.А. Изюмский [и др.] // International Journal of Advanced Studies. – 2025. – Т. 15. – № 1. – С. 168–181. DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-352 EDN UAKIEM.
6. Модернизация улично-дорожной сети в городе Краснодар / Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.О. Леонова [и др.] // Научно-технические аспекты развития автотранспортного комплекса : Материалы X Международной научно-практической конференции, в рамках 10-го Международного научного форума Донецкой Народной Республики, Горловка, 31 мая 2024 года. – Горловка : Донецкий национальный технический университет, 2024. – С. 580–582. EDN JSWPEA
7. Определение перспективной интенсивности транспортных средств для моделирования транспортных потоков / В.О. Архипов [и др.] // Интегрированные транспортные решения: вызовы современности и перспективы будущего : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 07–09 октября 2025 года. – Краснодар : Кубанский

государственный технологический университет. Новация. – 2025. – С. 134–140. EDN LWUTYK
8. Оценка проектных решений на транспорте / Т. В. Коновалова [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2020. – 357 с. ISBN 978-5-8333-0991-9. EDN ZHXYPM

References

1. Konovalova T.V. Organization of transportation services and safety of the transport process / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova. Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. 256 p. ISBN 978-5-8333-1355-8 EDN SZMALB
2. Konovalova T.V. Methods of estimating the throughput capacity of a section of the urban street and road network / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, A.D. Kozaderova // Integrated transport solutions: modern challenges and future prospects: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, October 07–09, 2025. – Krasnodar : Kuban State Technological University, Novation, 2025. – P. 187–193. EDN UVJDGS
3. Konovalova T.V. Transport system in the concept of a «smart city» / T.V. Konovalova, A.O. Kudryashov, V.M. Plaksunova // Progressive technologies in transport systems: Proceedings of the XIX All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Orenburg, November 20–22, 2024. – Orenburg : Orenburg State University, 2025. – P. 223–228. EDN FTDIDO
4. Konovalova T.V. Analysis and forecasting of traffic flows using Big Data and artificial intelligence in urban traffic / T.V. Konovalova, V.S. Ivina // Digital transformation of transport: problems and prospects : proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Moscow, September 25, 2024. – M. : Russian University of Transport, 2024. – P. 27–30. EDN HHROXO
5. Analysis of methods and methods of popularization of passenger transport among the population of large and major cities / A.A. Izyumsky [et al.] // International Journal of Advanced Studies. – 2025. – Vol. 15. – № 1. – P. 168–181. DOI 10.12731/2227-930X-2025-15-1-352. EDN UAKIEM
6. Modernization of the road network in Krasnodar / T.V. Konovalova [et al.] // Scientific and technical aspects of the development of the motor transport complex: Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference, within the framework of the 10th International Scientific Forum of the Donetsk People's Republic, Gorlovka, May 31 In 2024. – Gorlovka : Donetsk National Technical University, 2024. – P. 580–582. EDN JSWPEA
7. Determination of the prospective intensity of vehicles for modeling traffic flows / V.O. Arkhipov [et al.] // Integrated transport solutions: modern challenges and future prospects: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, October 07–09, 2025. – Krasnodar : Kuban State Technological University. Novation. – 2025. – P. 134–140. EDN LWUTYK
8. Evaluation of design solutions in transport / T.V. Konovalova [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2020. – 357 p. ISBN 978-5-8333-0991-9 EDN ZHXYPM