УДК 656

# ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

♦♦♦♦♦

# OPTIMIZATION OF TRAFFIC LIGHT FACILITIES USING SIMULATION MODELS

**Коновалова Т.В.**
Кубанский государственный технологический университет

**Котенкова И.Н.**
Кубанский государственный технологический университет
ir-kot83@mail.ru

**Ищенко А.Г.**
Кубанский государственный технологический университет

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы адаптивного управления дорожным движением на основе реальных данных, а также возможности оптимизации работы светофорных объектов с помощью создания имитационных моделей транспортных потоков.

**Ключевые слова:** транспортный поток, улично-дорожная сеть, интенсивность, прогнозирование, моделирование, интеллектуальные транспортные системы, светофорное регулирование.

**Konovalova T.V.**
Kuban State Technological University

**Kotenkova I.N.**
Kuban State Technological University
ir-kot83@mail.ru

**Ishenko A.G.**
Kuban State Technological University

**Annotation**. The article discusses the issues of adaptive traffic management based on real data, as well as the possibility of optimizing the operation of traffic lights by creating simulation models of traffic flows.

**Keywords:** traffic flow, street and road network, intensity, forecasting, modeling, intelligent transport systems, traffic light regulation.

Эффективная работа светофорных объектов является важнейшим компонентом обеспечения эффективного функционирования улично-дорожной сети (УДС) города. Оптимизация режимов работы светофорных объектов обеспечивает адаптивное регулирование транспортных потоков, тем самым снижая уровень загрузки УДС и вероятность возникновения заторов. В настоящее время управление светофорными объектами основано на использовании адаптивных алгоритмов, что позволяет динамически корректировать цикл светофорного регулирования в соответствии с реальной дорожно-транспортной ситуацией, что повышает эффективность управления транспортными потоками.

Адаптивное светофорное регулирование в составе системы управления дорожным движением является ключевым фактором обеспечения эффективности функционирования УДС.

В условиях непрерывно растущей автомобилизации, усложнения транспортных потоков, изменения структуры передвижений населения и повышения требований к безопасности дорожного движения традиционные методы управления транспортными потоками становятся недостаточно эффективными. Это обуславливает необходимость применения современных вычислительных технологий, среди которых особую роль играют имитационные модели, обеспечивающие высокую точность воспроизведения поведения транспортных средств в различных условиях эксплуатации.

Имитационное моделирование учитывает вероятностные характеристики подхода транспортных средств к пересечениям, неравномерность транспортных потоков во времени, вариативность поведения водителя, геометрическую конфигурацию пересечений и режимы работы светофорных объектов. В отличие от традиционных аналитических методов, имитационное моделирование позволяет реализовать сложные нелинейные динамические процессы, характерные для реальных транспортных систем, а также обеспечивают визуализацию дорожно-транспортных ситуаций. Это делает его незаменимым инструментом как на этапах проектирования организации дорожного движения, так и при совершенствовании схем организации движения, в том числе с реконструкцией УДС.

Современные программные комплексы – такие как PTV Vissim, Aimsun Next, SUMO, TransModeler, AnyLogic – реализуют микроскопические модели транспортного

потока, основанные на моделях следования за лидером (car-following), выбора полосы (lane-changing), принятия решений водителями (gap acceptance) и других поведенческих моделей. Благодаря этому возможно воспроизведение реальных процессов движения с высокой степенью детализации: определение скоростей на различных участках, распределение транспортных задержек по видам манёвров, динамика образования очередей, влияние помех и конфликтных точек на поведение водителей.

Процесс оптимизации светофорного регулирования в рамках имитационных моделей (рис. 1).

**Рисунок 1** – Процесс оптимизации светофорного регулирования в рамках имитационных моделей

Применение имитационных моделей позволяет выявлять скрытые резервы пропускной способности и оптимизировать работу светофорных объектов без дорогостоящих натурных экспериментов. Особенно актуальной является задача повышения эффективности функционирования пересечений с большим количеством фаз светофорного регулирования, сложных транспортных узлов, участков с интенсивными пешеходными потоками.

Одним из перспективных направлений является внедрение адаптивного светофорного регулирования, которое осуществляет перераспределение длительности фаз в зависимости от реальной транспортной ситуации.

Такие алгоритмы обладают возможностью учитывать показатели транспортных потоков в режиме реального времени, а также интегрировать данные, полученные с датчиков интенсивности транспортных потоков, систем видеонаблюдения и навигационных платформ. Имитационные модели служат основой для разработки и апробации интеллектуальных алгоритмов управления, включая методы машинного обучения и гибридных систем управления, обеспечивающих адаптивность и оптимизацию организации и управления транспортными потоками на городской УДС.

Таким образом, использование имитационного моделирования для оптимизации работы светофорных объектов является высокоэффективным инструментом ана-

лиза и управления транспортными потоками. Оно позволяет внедрять современные формы регулирования, повышать пропускную способность УДС, снижать транспортные задержки и улучшать безопасность.

### 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. . 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 [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