

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-139-144  
УДК 656.1

### ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

*Агапова Е.Г., Попова Т.М.*

*Исследование научной статьи направлено на решение проблемы дорожных заторов и оптимизацию движения потоков транспортных средств. После анализа проблемы дорожных заторов была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности. Результаты проведения экспериментов показали, что регулирование рассмотренного перекрестка является, в целом, эффективным, с незначительными недочетами, которые можно исправить для улучшения транспортной ситуации.*

**Ключевые слова:** транспортная сеть; дорожные заторы; имитационная модель; теория сетевого планирования; теория графов.

### SIMULATION MODEL OF TRANSPORT NETWORK SECTION

*Agapova E.G., Popova T.M.*

*The research of the scientific article is aimed at solving the problem of traffic congestion and optimizing the movement of vehicle flows. After analyzing the problem of road congestion, a simulation model of a section of the transport network of the city of Khabarovsk was developed, as close as possible to reality. The results of the experiments*

*showed that the regulation of the considered intersection is, in general, effective, with minor shortcomings that can be corrected to improve the transport situation.*

**Keywords:** *transport network; traffic congestion; simulation model; network planning theory; graph theory.*

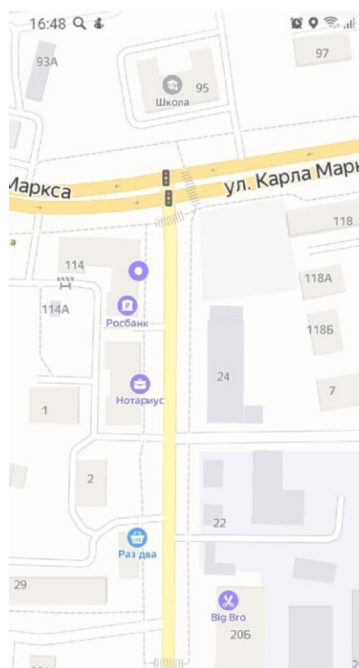
Современное общество нуждается в постоянном увеличении объемов транспортного обслуживания, повышении надежности, безопасности и качества перевозок. Транспортные проблемы, как правило, являются комплексными и распространяются в различные области регулирования управления. Поэтому измерения, наблюдения и моделирование отдельно взятых процессов в транспортном секторе важны для разработки стратегии развития инфраструктуры города [1, с. 83].

В научных статьях Владимирова С.Н., Кадырова А.С., Токашева Н.С. приведен обзор разработанных методов борьбы с дорожными заторами в мире [2, с. 77–78], [3, с. 70].

Исходя из причин возникновения дорожных заторов, можно сказать, что в ряде случаев снизить вероятность их возникновения позволяют мероприятия, носящие локальный характер, например, выбор оптимального способа организации движения на перекрестке, правильная настройка светофоров и централизованное управление движением. В данном случае каждый перекресток рассматривается не автономно, а как часть всей уличной дорожной сети.

Наиболее сложными с точки зрения управления элементами транспортной сети являются перекрестки, в частности перекрестки с Т-образным движением. Для работы был выбран участок транспортной сети в городе Хабаровск. Участок содержит регулируемый Т-образный перекресток, три нерегулируемых Т-образных перекрестка, и один нерегулируемый Х-образный перекресток. Также на данном участке находятся три пешеходных перехода, два из которых являются регулируемыми. Данный участок находится в активном районе, в котором расположено большое количество магазинов, жилых домов и других зданий, а также направления

движения, проходящие через регулируемый Т-образный перекресток, они ведут к центру города Хабаровск, к аэропорту и к выезду из города. Направление движения на нерегулируемых перекрестках ведут к жилым домам и к южной части города. Таким образом, данный участок транспортной сети характеризуется большой интенсивностью движения, из-за чего на нем часто возникают заторы и дорожно-транспортные происшествия. На рисунке 1 представлен выбранный участок.



**Рис. 1.** Участок транспортной сети, выбранный для моделирования

В данной статье исследована имитационная модель участка транспортной сети г. Хабаровска. Математическое моделирование в связке с современными информационными технологиями позволяет создать программную среду, с помощью которой можно конструировать схемы дорожной сети, изменять параметры све-

тофоров и следить (в реальном времени), как это отражается на пропускной способности сети [1, с. 83].

В основе имитационной модели лежит один из двух наиболее распространенных способов привязки транспортной модели к улично-дорожной сети (УДС) – граф-модель. В этом случае на электронной географической подоснове (карте УДС) строится граф/орграф, вершины которого отображают узлы УДС, соединенными ребрами. При этом определяются правила обхода графа или, иными словами, организация дорожного движения [1, с. 84].

Итак, рассмотрим модель физической транспортной сети и ее описание на языке теории графов. Представим транспортную сеть как ориентированный взвешенный граф  $G(V, E)$ , где  $V$  – множество вершин, а  $E$  – множество ребер. Каждое ребро графа  $e \in E$  характеризуется некоторым набором количественных атрибутов, называемых весами ребра.

Модель была реализована с применением среды моделирования GPSS Studio с использованием языка GPSS World. Необходимо отметить, что работа в среде моделирования, никоим образом не изменяет спецификации языка моделирования. Тексты моделей на языке GPSS World, написанные ранее, будут полностью совместимы с GPSS Studio. Важно и то, что среда моделирования позволит использовать все отладочные окна и интерактивные средства стандартного языка GPSS World, если это удобно пользователю и он привык с ними работать. Доступ к ним обеспечен с помощью специальной команды в окне моделирования.

Для получения данной информации был выбран способ непосредственного частичного наблюдения. Подсчет количества транспорта и количество пешеходов было подсчитано на месте с помощью наблюдения.

При использовании данного метода получения информации собираются недостаточно подробные данные. Замеры обычно производят на небольшом числе транспортных узлов и в короткий период времени.

Тем не менее, данный метод является наиболее распространенным во всем мире, благодаря следующим факторам: дешевизна (не

требуется дорогостоящая аппаратура); мобильность (не приходится ожидать установки и настройки аппаратуры).

Управление движением транспортных средств с помощью имитационного моделирования является эффективным, позволяющее без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать оптимальные решения по настройке регулируемых параметров транспортной сети. В качестве доказательства этого была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности.

Одной из основных сложностей на пути реализации модели является трудоемкость сбора данных о транспортных потоках и потоках пешеходов на каждом участке сети. Но эта проблема может быть решена с помощью использования детекторов транспорта.

### *Список литературы*

1. Ветрогон А.А., Крипак М.Н. Транспортное моделирование как инструмент для эффективного решения задач в области управления транспортными потоками // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. № 3 (59). С. 82–91.
2. Владимиров С. Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // Известия МГТУ. 2014. №1 (19). С. 77–84.
3. Кадыров А.С., Токашева Н.С. Анализ и предложения по проблеме устранения автомобильных пробок (дорожных заторов) // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-2 (22). С. 69–72.

### *References*

1. Vetrogon A.A., Kripak M.N. Transportnoe modelirovanie kak instrument dlja jeffektivnogo reshenija zadach v oblasti upravlenija transportnymi potokami // Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. 2018. № 3 (59). S. 82–91.
2. Vladimirov S.N. Transportnye zatory v uslovijah megapolisa // Izvestija MGTU. 2014. №1 (19). S. 77-84.

3. Kadyrov A.S., Tokasheva N.S. Analiz i predlozhenija po probleme us-tra-nenija avtomobil'nyh probok (dorozhnyh zatorov) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 3-2 (22). S. 69–72.

### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Агапова Елена Григорьевна**, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

*Тихоокеанский государственный университет*

*ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация*

*000614@pnu.edu.ru*

**Попова, Татьяна, Михайловна**, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

*Тихоокеанский государственный университет*

*ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация*

*000511@pnu.edu.ru*

### DATA ABOUT THE AUTHORS

**Agapova Elena Grigoryevna**, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

*Pacific National University*

*136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation*

*000614@pnu.edu.ru*

*ORCID: 0000-0002-2824-6294*

**Popova Tatyana Mikhajlovna**, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

*Pacific National University*

*136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation*

*000511@pnu.edu.ru*

*ORCID: 0000-0003-4759-9500*