

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ РАЗВЯЗКИ УЛ. КУБОВАЯ – УЛ. КЕДРОВАЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА**

*Екатерина Константиновна Шибарева*

Сибирский государственный университет путей и сообщения, 630049, Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, студент, тел. (961)794-88-36, e-mail: ShibarevaEK@edu.stu.ru

В работе рассматривается вопрос оптимизации транспортных потоков города с использованием имитационного моделирования. Объектом исследования был выбран транспортный узел ул. Кубовая – ул. Кедровая города Новосибирск. Целью работы является визуализация движения потока машин на перекрестке ул. Кубовая и ул. Кедровая и подбор изменения параметров для повышения пропускной способности данной развязки. Проведен теоретический обзор, включающий в себя основы моделирования и достоинства имитационной модели. На основе проведенного обзора реализована модель перекрестка с существующими на сегодняшний день параметрами в среде разработки AnyLogic 8.3.3. Также был выполнен анализ и выделены точные данные об интенсивности транспортных потоков. В работе представлена и описана архитектура предложенного решения и его реализация. Содержатся выводы и рекомендации для оптимизации рассматриваемого перекрестка ул. Кубовая – ул. Кедровая города Новосибирск.

**Ключевые слова:** моделирование, имитационное моделирование, транспортный поток, пропускная способность, интенсивность, плотность, эксперимент.

## **IMITATION MODELING OF TRANSPORT LINKAGES KUBOVAYA- KEDROVAYA CITY OF NOVOSIBIRSK**

*Ekaterina K. Shibareva*

Siberian Transport University, 191, Dusi Kovalchuk St., Novosibirsk, 630049, Russia, Student, phone: (961)794-88-36, e-mail: ShibarevaEK@edu.stu.ru

The paper addresses the issue of optimizing the city's traffic flows using simulation modeling. The object of study was transport hub street. Kubovaya – Kedrovaya city of Novosibirsk. The aim of the work is to visualize the traffic flow of cars at the intersection of Kubovy and Kedrovaya and selection of parameters change to increase the capacity of this junction. A theoretical review was carried out, including the basics of modeling and building a simulation model. Based on the review, a crossroads model was implemented with the existing parameters in the AnyLogic 8.3.3 development environment. The paper presents and describes the architecture of the proposed solution and its implementation. As a result, this work contains conclusions and recommendations for the optimization of the considered intersection of Kubovaya - Kedrovaya city of Novosibirsk.

**Key words:** simulation, simulation, transport flow, throughput, intensity, density, experiment.

### ***Введение***

Невероятно быстрый рост автомобилизации в современном мире и взаимосвязанный объем перевозок приводит к увеличению интенсивности движения транспортных средств на дорогах, что в условиях городов и со временем сло-

жившимся быстрым темпом застройки жилых комплексов и развлекательных, как следствие приводят к образованию транспортной проблемы. Особо остро выражается данная проблема в узловых соединениях улично-дорожной сети.

Актуальность выбранной темы исследования определяется тем, что создание имитационной модели транспортной развязки на основе протекающих поведений движения транспортных средств и ее экспериментальные изменения позволят автоматизировать основные потоки движения на выбранном участке, что приведет к снижению плотности транспортного потока, а также к увеличению интенсивности транспортного потока.

Транспорт – одна из ключевых систем городского организма. Увеличение количества транспортных средств приводит к перегруженности городских дорог, многочасовым пробкам, затруднению движения пешеходов, а также увеличению количества аварий. Именно с такими затруднениями можно столкнуться на рассматриваемой транспортной развязке исследуемой темы.

Целью исследования является визуализация движения потока машин на перекрестке ул. Кубовая и ул. Кедровая города Новосибирск и подбор изменения параметров для повышения пропускной способности данной развязки.

Для достижения цели были поставлены и в ходе работы решены следующие задачи:

- изучить движение транспортных и пешеходных потоков;
- собрать и проанализировать литературу по данной теме;
- смоделировать ситуацию на выбранном перекрестке при существующем поведении транспортных средств;
- проанализировать статистику об интенсивности потока машин на транспортной развязке и добавить реальные соответствующие данные;
- изучить микромоделли поведения водителей;
- реализовать возможность изменения интенсивности движения;
- провести серию экспериментов с моделью, изменяя ее параметры, и собрать статистику о полученных результатах.

Для выполнения поставленных задач будут задействованы следующие методы исследования: анализ, моделирование с помощью инструмента AnyLogic, эксперимент, измерение, сравнение.

### ***Методы и материалы***

Моделирование - метод решения задач, при использовании которого исследуемая система заменяется более простым объектом, описывающим реальную систему и называемым моделью. Существует две наиболее общие разновидности моделирования: физическое и математическое.

Особое внимание необходимо уделить одному из виду математических моделей - имитационному моделированию. Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами.

Данный подход позволяет детально рассматривать и оценивать любой транспортный узел.

Рассматриваемый перекресток улиц Кубовая – Кедровая располагается в Заельцовском районе при выезде в пригород города Новосибирск. Данный перекресток представляет собой пересечение двух магистральных улиц районного значения. На обеих представленных улицах имеется по одной полосе основного и встречного движения. Перекресток является нерегулируемым, но с обозначенным приоритетом для транспортных средств, следующих по улице Кедровой. Исследуемый перекресток в увеличенном и схематичном виде представлен на рис. 1.



Рис. 1. Перекресток ул. Кубовая – ул. Кедровая города Новосибирск

Потребность в имитационным моделировании заключается в следующем: данный транспортный находится в Заельцовском районе и располагается на пути к двум новым и развивающимся микрорайонам, таким как м-н Стрижи и м-н Родники (6-ой микрорайон). Однако улучшение транспортной доступности не соответствует темпам застройки жилья. По данным за 2017 год численность населения м-к «Стрижи» превысила 20 тыс. человек, а м-к Родники около 65 тысяч человек. Также данный перекресток является частью федеральной автомобильной дороги Р255: Новосибирск – (Томск) – Кемерово – Красноярск – Иркутск, то есть выезд из города Новосибирск в сторону двух близлежащих городов Кемерово и Томск.

Для решения поставленной цели были рассмотрены модели поведения водителей. Проанализировав три наиболее популярные модели поведения водителей, таких как модель оптимальной скорости М. Бандо, модель Видемана, модель умного водителя, остановились на последнем. Данная модель описывается как сочетание стратегии ускорения и стратегии торможения, также производит-

ся учет психофизических параметров водителей. Именно этот вариант из трех моделей по итогу сравнения можно назвать оптимальным.

На сегодняшний день на рынке присутствует огромный перечень программных обеспечений производства разных стран для моделирования транспортного трафика на микроуровне. Изучив предметную область выбрали среду разработки, такую, что бы моделируемый прототип предполагал адекватное и реалистичное воспроизведение ситуации с возможностью варьировать необходимыми параметрами с целью отслеживания происходящих при этом изменений. Выбор пал на отечественный профессиональный инструмент нового поколения AnyLogic.

Следующим шагом проанализировали интенсивность транспортных средств для рассматриваемого участка. Данные были взяты в лаборатории НИЛ ИТТ университета СГУПС, затем обработаны и использованы для построения модели. В свою очередь исследование перекрестка проводилось в утреннее и вечернее время в час пик. Интенсивность транспортного потока представлены в виде диаграмм на рис. 2–4.



Рис. 2. Статистика движения транспортных средств из направления 1



Рис. 3. Статистика движения транспортных средств из направления 2



Рис. 4. Статистика движения транспортных средств из направления 3

В ходе выполнения практической части разместили снимок местности, который был взят с Google карт, выполнили разметку пространства и добавили все необходимые элементы для движения транспортных средств, тем самым получили реалистичное представление транспортной развязки, где демонстрируется загруженное состояние транспортного узла. Результат проделанной работы представлен на рис. 5.



Рис. 5. Модель, отражающая ситуацию движения транспортного потока на сегодняшний день

Так как перекресток нерегулируемый целесообразно было бы попробовать применить светофорное регулирование и сравнить изменения.

## Результаты

Таким образом, для оценки качества работы развязки использовались такие характеристики, как средняя скорость движения, среднее время прохождения перекрестка, количество машин на перекрестке в момент времени. В модель были добавлены графики, отражающие значения этих характеристик в ходе работы модели, благодаря чему есть возможность, изменяя любой параметр, оценивать степень его влияния на работу всей системы в целом. Параметры регулирования представлены на рис. 6.

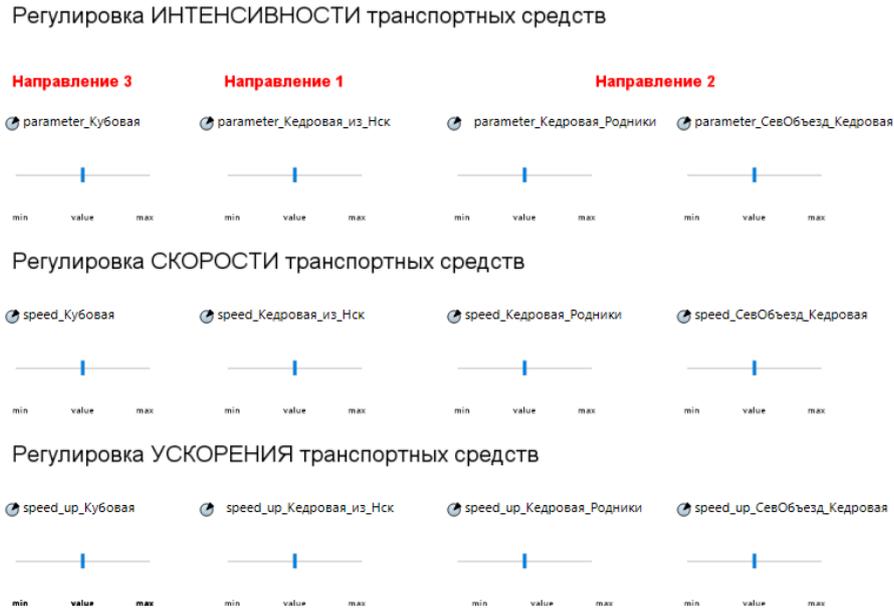


Рис. 6. Регулировка параметров

В результате построения оптимизационной модели были подобраны параметры светофорного регулирования, обеспечивающие повышение пропускной способности рассматриваемой развязки. Оптимальнее всего было принято ввести светофор со следующими значениями, представленными на рис. 7.

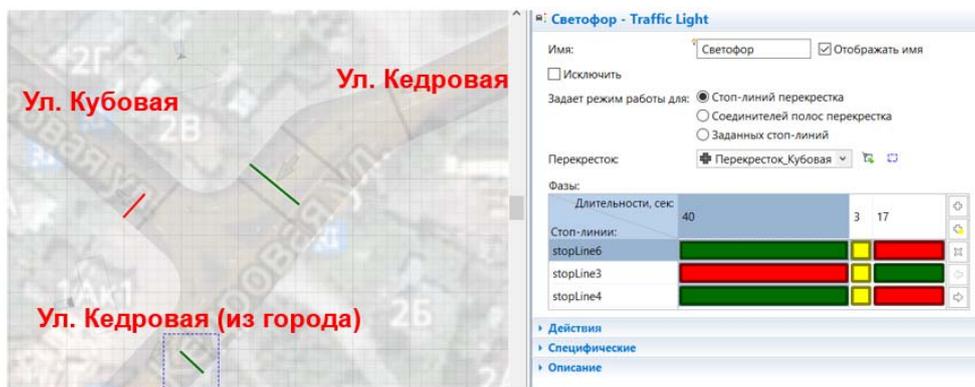


Рис. 7. Определение фаз светофора

Результаты до и после применения светофорного регулирования представлены на рис. 8. Уменьшилось время нахождения машин в модели, и их общее количество на перекрестке в момент времени, то есть для прохождения перекрестка теперь требуется меньше времени и движение стало свободнее.

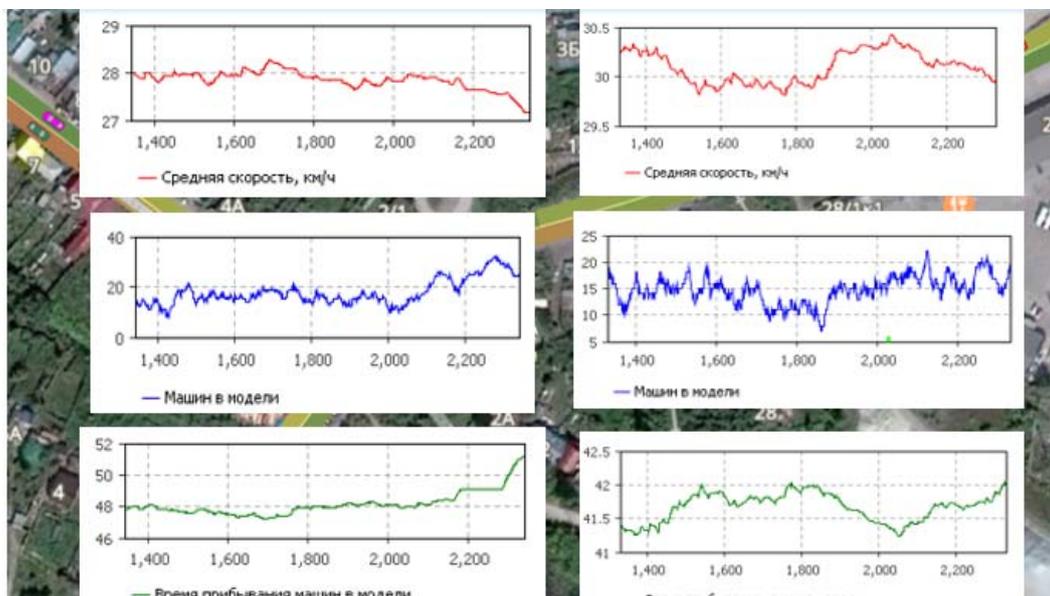


Рис. 8. Статистика «до» и «после» применения светофорного регулирования

### Заключение

Проведен общий анализ движения транспортных средств на развязке ул. Кубовая – Кедровая в условиях реального времени. Были определены основные потребности в создании информационной системы и изучены микромоделли поведения водителей.

Таким образом, поставленная цель достигнута. На реализованной модели был произведен ряд экспериментов с различными наборами параметров, что в итоге позволило оценить корректность работы самой модели, а также полученные данные на основе которых были сделаны выводы. Результаты теоретического и практического обзора модели транспортной развязки могут быть применены к актуальному состоянию дорожного движения ул. Кубовая – ул. Кедровая города Новосибирск, что позволит сделать выводы относительно модели транспортной развязки и определить пути её совершенствования.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Г. Карпов. СПб. : БХВ Петербург, 2006. 400 с.
2. Потапова И.А., Бояршинова И.Н., Исмагилов Т.Р. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-2. – С. 338-342.

3. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии / Ю. И. Рыжиков. – СПб. : КОРОНАпринт; М. : Альтекс-А, 2004.
4. Интернет сайт компании PTV-Group [Электронный ресурс]. - [www.ptvgroup.com/](http://www.ptvgroup.com/)  
Дата обращения: 16.03.2019.
5. Интернет сайт AnyLogic [Электронный ресурс]. – <https://www.anylogic.com>. Дата обращения: 16.03.2019.
6. Интернет-приложение «Яндекс.Пробки» [Электронный ресурс]. – <https://yandex.ru/maps/51/samara> Дата обращения: 16.03.2019.
7. AnyLogic. Многоподходное имитационное моделирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <http://www.anylogic.ru/> (дата обращения 16.03.2019).
8. А.Н. Байдаков, О.С. Звягинцева, А.В. Назаренко, Моделирование бизнес-процессов: учебное пособие, Ставрополь, 2017, 180 с.
9. И. Григорьев, AnyLogic за три дня, практическое пособие по имитационному моделированию, 2017, 273 с.
10. А.Э.Горев, К.Бёттгер, А.В.Прохоров, Р.Р.Гизатуллин, Основы транспортного моделирования: Практическое пособие, Санкт-Петербург, 2015, 168 с.
11. Паринов С.И. Новые возможности имитационного моделирования социально-экономических систем. — Т. 2, № 3–4. С. 26–61, 2007.
12. Okumura A., Tadaki S. Asymmetric Optimal Velocity Model // Journal of the Physical Society of Japan. Vol. 72. 2003. №. 11, pp. 2754-2758.
13. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Текст]: учеб. пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – М: Изд-во «Флинта», 2011. – 271 с.
14. Wiedemann R. Modelling of RTI-Elements on multi-lane roads. Advanced Telematics in Road Transport edited by the Commission of the European Community. DG XIII. Brussels. 1991.
15. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ С.-Петербург, 2005.
16. Телехов М. Штопор для пробок // Российская газета. 07.12.2006. [http://www.transport.ru/1/12/i31\\_4004p0.htm](http://www.transport.ru/1/12/i31_4004p0.htm).
17. Алиев, Т.И. Основы моделирования дискретных систем [Текст] /Т.И. Алиев. – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 363 с.
18. Боголюбов, А.Н. Основы математического моделирования [Текст]: учеб. пособие/ А.Н.Боголюбов. - М.: МГУ, 2003. – 137с.
19. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование [Текст]: пособие для курсового и дипломного проектирования / В.Д.Боев, Д.И.Кирик, Р.П. Сыпченко. – СПб.: ВАС, 2011. — 348 с.
20. Сафронов Э. А. Транспортные системы городов и регионов : учеб. пособие для вузов. – М.: Изд- во Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2005. – 272 с.

© Е. К. Шибарева, 2019