

8. M. Rosemann, W.M.P. van der Aalst. A Configurable Reference Modeling Language. Information Systems, T.1. –№32. Репин В., Елифиров В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Стандарты и качество. – 2008. – 196 с.
9. F. Gottschalk, W.M.P. van der Aalst, M.H. Jansen-Vullers. Merging Event-driven Process Chains. OTM 2008, Part I, CoopIS, volume 5331 of Lecture Notes in Computer Science. Berlin Heidelberg. Springer Verlag. – 2008.– P. 418–426.
10. B. van Dongen, W.M.P. van der Aalst. Multi-Phase Mining: Aggregating Instances Graphs into EPCs and Petri Nets. In Proceedings of the Second International Workshop on Applications of Petri Nets to Coordination, Workflow and Business Process Management. Florida International University.– Miami. FL. USA. – 2005. – P. 35–58.
11. S. Uchitel, M. Chechik. Merging Partial Behavioural Models. SIGSOFT Software Engineering Notes. – 29 (6). – 2004. – P. 43–52.
12. La Rosa, M. Dumas, R. Uba, R. Dijkman. Business Process Model Merging: An Approach to Business Process Consolidation. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. – 2012. – № 22 (2).
13. Dijkman, R., Dumas, M., van Dongen, B., Uba, R., and Mendling, J. Similarity of business process models: Metrics and evaluation. Information Systems. – 2011. V. 36 (2). – P. 498–516.
14. La Rosa M., Dumas M., Uba R., Dijkman. Merging business process models. In Proceedings of CoopIS. LNCS. – Springer Reijers – 2010.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ КИРОВСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ТОМСКА СРЕДСТВАМИ ППП «ANYLOGIC 7»

*В.Г. Ротарь, к.т.н., доц.,*

*Н.А. Стекленин, магистрант гр. 8КМ31*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел. (923)-612-34-94*

*E-mail: nas.yrg@gmail.com*

**Введение.** В последние десятилетия во многих крупных городах исчерпаны или близки к исчерпанию возможности экстенсивного развития транспортных сетей. Конечно один из вариантов решения проблемы – это полная модернизация и реконструкция улично – дорожной сети города, однако стоимость данного проекта не по карману городскому бюджету. Поэтому особую важность приобретает оптимальное планирование сетей, улучшение организации движения, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта [1]. Решение таких задач невозможно без математического моделирования транспортных сетей. Главная задача математических моделей – определение и прогноз всех параметров функционирования транспортной сети, таких как интенсивность движения на всех элементах сети, средние скорости движения, задержки и потери времени и т.д.

**Выбор среды моделирования.** Транспортные модели делятся на математические и имитационные. Первые оперируют известными законами движения транспорта, представленными в виде формул, систем уравнений и т.п.

Вторые имитируют движение отдельных транспортных средств, поведение водителей, работу светофоров и т.п. На практике же чаще применяется некая смесь математических и имитационных моделей [1].

Системы транспортного моделирования на макроуровне (страна, город, микрорайон) оперируют демографическими данными, понятиями «граф дорог», «зона притяжения», «транспортный спрос и предложение». В них заложены данные о проценте использования автомобилей населением, о пропускной способности улиц, о количестве парковочных мест у торговых центров [2]. Макромодель использует в основном математические методы моделирования и пытается ответить на вопросы: «а зачем и куда все едут?», «а хватит ли пропускной способности улиц, чтобы всех обслужить?», «а что будет, если эту улицу перекрыть?» и т.п.

Микромодели оперируют конкретными объектами из «реального мира» – регулируемый перекресток, транспортная развязка, сеть улиц, автомобиль. При этом микромодель «знает» о количестве полос движения, о наличии подъемов/спусков, о характеристиках двигателей автомобилей, о правилах движения и остановки. Чтобы микромодель заработала на полную мощность, ей на вход необходимо подать информацию из макромодели [2]. Если данные макроуровня верны, микроуровень позволяет с высокой точностью имитировать реальный транспортный поток.

Таким образом к среде моделирования были предъявлены высокие требования. Для моделирования был выбран продукт AnyLogic 7, так как он поддерживает все три известных метода моделирования (Системная динамика, Дискретно-событийное и Агентное моделирование). AnyLogic позволяет комбинировать все разные подходы к имитационному моделированию, что в дальнейшем позволит перейти от моделирования на микро уровне к макро уровню без потери данных и экономя большое количество времени.

**Моделирование.** Для построения модели были необходимы данные об интенсивности транспортного потока в часы пик. По предварительной статистике от яндекс.пробки были определены часы пик для каждого узла. Далее в течении двух недель в будние дни (понедельник, среда, пятница) собирались данные об интенсивности транспортного потока, которые представляют собой количество транспортных средств, проезжающих через узел в определенном направлении, в единицу времени (тс/мин) [3].

Собранные ранее данные использовались для построения моделей. Пример внесения полученных ранее данных в модель показан на рисунке 1.

Рис. 1. Диаграмма состояний светофора.

Одним из проблемных узлов является транспортное кольцо на пересечении улиц: Нахимова, Красноармейская и Елизаровых (рисунок 2). Основной проблемой данного узла является то, что в отсутствии разметки водители двигаются в 2 ряда, тогда как дорожное полотно позволяет двигаться в 3 ряда [4]. Также причиной сужения проезжей части на улице Нахимова является неправильная парковка автомобилей перед транспортной развязкой.

В модель была внесена 3я полоса, которая позволяет выполнять поворот направо из крайней правой полосы, независимо от основного кругового движения. Также в соответствии с правилами дорожного движения (п. 8.5) выезд на круговое движение осуществляется с любой полосы, а съезд (поворот направо) из крайнего правого положения [4]. Однако если присутствует знак «Направление движения по полосам» с соответствующим указанием, то поворот направо может быть выполнен и из 2го ряда, что собственно и было смоделировано.

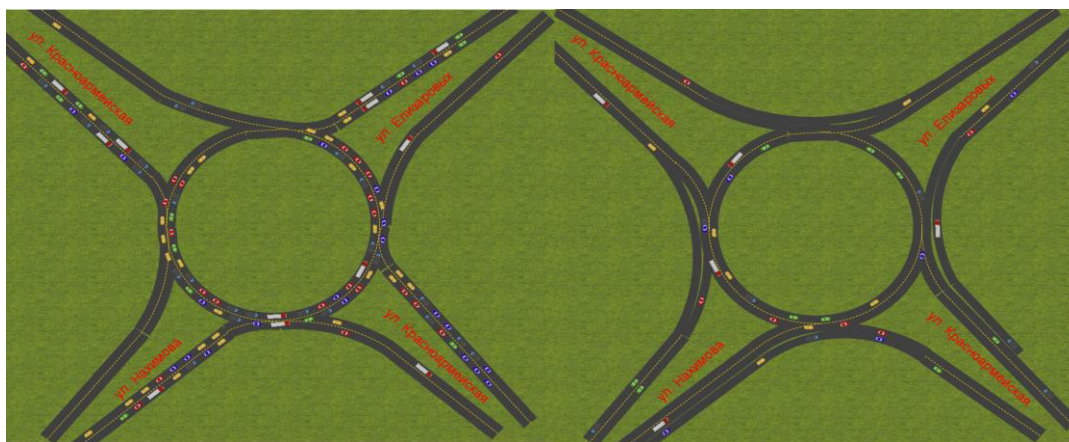


Рис. 2. Модель транспортного кольца до и после модернизации.

**Заключение.** Таким образом, в результате создания модернизированной модели данного узла удалось увеличить пропускную способность на 23% по модельной статистике. В данной статье показан только один из смоделированных узлов. В ходе всей работы были созданы модернизированные модели всех узлов Кировского района. Собранные данные готовы к передаче в госавтонадзор, ГИБДД и администрацию города Томска.

#### Список литературы:

1. А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин. Теория транспортных процессов и систем: учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1998. – 167 с.
2. Семенов В.В. Смена парадигмы в теории транспортных потоков – Препринт ИПМ № 46, Москва, 2006 / Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша.
3. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – Москва, ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.