

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕКРЕСТКА С КРУГОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО КОЛЬЦА Г. ТОМСКА)

*О.К. Колесова*

*Научный руководитель: Ю.А Мартынова, ассистент каф. АИКС ИК ТПУ*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

*e-mail: kolesova.olesya.93@mail.ru*

## SIMULATION MODEL OF CROSSING WITH CIRCULAR MOTION (IN THE CASE OF TRANSPORT RING TOMSK)

*O.K. Kolesova*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Abstract.** The problem of the organization of urban transport networks is very relevant. A constant increase in the number of vehicles entails an increase in traffic, which leads to reduction in capacity of the city's transport network, useless fuel consumption, wear and tear of vehicles and the negative impact on safety and the environment. Thus, it is important to improve the efficiency of regulation of urban transport system. Simulation is an effective method to make better decisions in the field of urban transport management. To work was chosen Transport ring Tomsk city. As a simulation tool was used software Anylogic, having in its composition an expanded library of road elements.

**Keywords.** Simulation model, transport network, crossroad, circular motion, regulation, AnyLogic.

**Введение.** В современной жизни проблема организации городских транспортных сетей является очень актуальной. На городских улицах постоянно растет число автомобилей личного пользования и пассажирского транспорта. Рост количества транспортных средств влечет за собой рост интенсивности движения. Плотная застройка городов не позволяет расширять дорожное полотно и добавлять новые полосы движения. Все это приводит к снижению пропускной способности городской транспортной сети. Заторы и пробки, образуют задержки в движении, ведут к бесполезному расходу топлива, износу транспортных средств и обслуживающей транспортной инфраструктуры, отрицательно влияют на безопасность и экологию. Таким образом, очень важно повышать эффективность регулирования городской транспортной системы. Имитационное моделирование является эффективным методом для принятия оптимальных решений в сфере управления городским транспортом.

**Имитационная модель перекрестка.** Город Томск не является исключением. Исторически сложившаяся застройка улично-дорожной сети, хаотично сформированные маршруты городского пассажирского транспорта, а также рост числа автотранспорта на дорогах приводят к необходимости управления дорожными потоками в условиях имеющихся ресурсов. Наиболее сложными с точки зрения управления элементами транспортной сети являются перекрестки, в частности перекрестки с круговым движением. Для работы было выбрано Транспортное кольцо города Томска. В качестве инструмента имитационного моделирования был использован программный продукт Anylogic, имеющий в своем составе расширенную библиотеку дорожных элементов. На рисунке 1 представлена схема движения на выбранном перекрестке.



Рис. 1. Схема движения по Транспортному кольцу города Томска

Процесс разработки имитационной модели Транспортного кольца города Томска был разбит на несколько основных этапов:

1 Сбор статистических данных о движении автотранспорта на перекрестке.

К основным статистическим данным необходимым для построения имитационной модели участка улично-дорожной сети относятся количество транспорта, движущегося по всем направлениям, и скорости их движения. Для получения статистической информации был выбран способ непосредственного частичного наблюдения. Подсчет количества автомобилей осуществлялся по веб-камере на Транспортной площади города Томска, а определение скорости движения транспортного потока с помощью службы «Яндекс пробки».

Для получения более достоверных данных, обследование проводилось по трем основным промежуткам времени как в будние дни, так и в выходные, которые характеризуются разным уровнем загрузки дорожного движения. Полученные данные представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Табл. 1. Данные загрузки Транспортного кольца города Томска по выбранным интервалам времени

Направление движения (из рис. 1)	Количество автотранспорта					
	Будни			Выходные дни		
	7.00-9.00	12.00-14.00	16.00-18.00	7.00-9.00	12.00-14.00	16.00-18.00
1	2400	2240	2280	860	1920	2400
2	3000	2880	2880	1200	3240	2400
3	3120	3840	3120	1000	3600	2640
4	2480	2400	2160	720	2880	2400
5	2160	3000	2400	960	2640	2160
6	2080	2520	2040	720	2640	1920
7	1920	1560	2160	480	1680	1680
8	1920	2760	2640	720	2160	1560

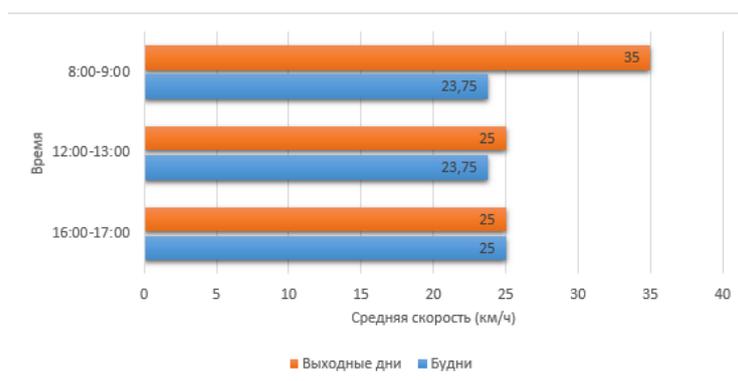


Рис. 2. Диаграмма средних скоростей движения по Транспортному кольцу города Томска по выбранным дням и интервалам времени

## 2 Построение имитационной модели перекрестка.

Рассмотрим структуру и основные составляющие разработанной модели. Верхним уровнем иерархии в модели является корневой активный объект Main. Он содержит в себе анимацию. В Main содержится вся развязка рассматриваемого участка: дороги, пешеходные переходы. Так же в модели присутствуют объекты: Car, Bus и People, которые отвечают за отображение людей, автобусов и машин на анимации модели. Модель построена на участке карты Google Maps для более наглядного представления. Для построения модели использовалась версия AnyLogic 7.3.0 Professional, а также встроенные библиотеки: дорожного движения, моделирования процессов, агент, презентация, статистика, 3D объекты.

На рисунке 3 представлена разработанная имитационная модель Транспортного кольца города Томска.



Рис. 3. Имитационная модель Транспортного кольца города Томска

3 Проведение ряда экспериментов по управлению потоками автотранспорта на перекрестке.

Разработанная модель позволяет проводить различные эксперименты по поиску наилучшего варианта настройки регулируемых параметров выбранного участка улично-дорожной сети.

**Заключение.** Управление движением автомобильного транспорта с помощью имитационного моделирования является эффективным, позволяющее без экспериментов на реальном участке улично-дорожной сети принимать оптимальные решения по настройке регулируемых параметров транспортной сети. В качестве доказательства этого была разработана имитационная модель Транспортного кольца города Томска, максимально приближенная к реальности.

Одной из основных сложностей на пути решения этой задачи является трудоемкость сбора данных о транспортных потоках и скоростях движения на каждом участке сети.

В дальнейшем модель может быть расширена, с помощью добавления других участков сети. Это позволит проводить анализ транспортной ситуации, выявлять проблемные места и принимать решения по их устранению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. AnyLogic [Электронный ресурс] – URL: <http://www.anylogic.ru/>
2. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное\\_моделирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование)

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА

*К.С. Лукьянова*

*(г. Магнитогорск, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова)  
e-mail: elena777\_62@mail.ru*

## EVALUATION OF QUALITY PRODUCTS WITH FRACTAL ANALYSIS

*K.S. Lukyanova*

*(Magnitogorsk, Magnitogorsk Nosov State Technical University)*

Annotation. In this paper, surface quality analysis conducted studies on paper with different surface roughness used in the printing industry.

Key words: fractal analysis , product quality.

В данной работе проведены исследования по анализу качества поверхности бумаги с различной шероховатостью, используемых в полиграфии.

Для исследования были взяты 28 бумаг с разной степенью шероховатости, начиная от 0,222 мкм – 9 образец и заканчивая 5,11 мкм – 27 образец.

Для данного анализа используется значение  $D_s$  и  $R_a$ , который описан в ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения». Стандарт распространяется на шероховатость поверхности изделий независимо от их материала и способа изготовления (получения поверхности). В стандарте установлен перечень параметров, которые должны применяться при установлении требований и контроле шероховатости поверхности, также даны общие указания по установлению требований. Параметр  $R_a$  определяется в ГОСТ 2789-73 как наиболее предпочтительный при описании неровности поверхности материала.

По стандарту шероховатость поверхности определяется как совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины.