
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕКРЕСТКА С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СРЕДСТВАМИ PTV VISION

**О.А. Жданова, И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин, П.А. Буйвол, Э.И. Беляев,
Д.П. Тихонов (Набережные Челны)**

Динамичный рост городов и агломераций, а также изменения их планировочной структуры, требуют совершенствования и развития их транспортных систем. В свою очередь, структура и качество транспортных систем влияют на параметры городов и агломераций, их состояние и экологическую ситуацию в них. Таким образом, существует непрерывное взаимодействие между городом и его транспортной системой (включая инфраструктуру и эксплуатационную деятельность различных видов транспорта).

Серьезные транспортные проблемы, с которыми сталкиваются многие города, в особенности мегаполисы, в значительной степени являются результатом городской политики и городского планирования, осуществляемых без учета долговременных связей между городом и его транспортной системой. Многие решения, принятые во времена формирования и проведения в жизнь этой недальновидной политики, фокусировались на строительстве и реконструкции инфраструктуры и объектов отдельных видов транспорта, проводимых без должного учета долгосрочной перспективы взаимодействия транспортной системы с другими объектами городской среды. Транспорт является ключевым связующим звеном между видами человеческой активности, однако при этом транспортная инфраструктура не должна грубо нарушать экологическое состояние городской среды и снижать качество жизни населения города [1].

Наиболее серьезные проблемы загрязнения окружающей среды возникают в крупных промышленно развитых регионах с высокой плотностью населения. К таким регионам относится и Республика Татарстан, характеризующаяся высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха. Автомобильный транспорт продолжает занимать значительное место по объему вредных выбросов. Кроме загрязнения атмосферного воздуха, автотранспорт вносит наибольший вклад в шумовое загрязнение городской среды, оказывающее неблагоприятное влияние на человека. Эквивалентные уровни шума от транспортных потоков превышают гигиенические нормативы, особенно это наблюдается в часы пик, в случаях заторов на дорогах. Непрерывный стремительный рост автомобильного парка, его значительный средний возраст, низкий технический уровень в сочетании с неудовлетворительным техническим состоянием автомобилей и недостаточной пропускной способностью улиц приводят к тому, что проблема негативного воздействия выбросов автотранспорта на окружающую среду и здоровье населения стала одной из наиболее острых экологических проблем городов [2].

К сожалению, в России нет жесткой системы контроля над качеством бензина. При сгорании фальсифицированное моторное топливо выделяет огромное количество вредных веществ. При правильном управлении транспортными потоками можно снизить плотность транспортного потока, что позволит улучшить состояние окружающей среды и снизить уровень ее загрязнения.

Сложные транспортные развязки традиционно являются в большей степени неблагоприятными, по сравнению с другими участками улично-дорожной сети (УДС), поскольку именно на них высок риск образования заторов и возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП). При неправильно или не оптимально организованной схеме движения, либо неправильном управлении им, даже самый опытный водитель может не избежать аварий. Поэтому перекрестки требуют особенно тщательного исследования и оптимизации движения на них. Вторая сторона проблемы касается повышенной на-

грузки на окружающую среду, обусловленной особенностью режима движения вблизи перекрестков, в особенности при образовании заторов при высокой плотности потока. Режим движения «stop-and-go» приводит к повышенному образованию выхлопных газов.

Для снижения негативных последствий роста уровня автомобилизации, необходимо проводить профилактические работы по повышению безопасности дорожного движения, а также исследовать путем моделирования причины возникновения критических ситуаций на особо опасных участках улично-дорожной сети с целью предотвращения подобного в будущем и выработки комплекса мер по их улучшению.

Рассмотренные модели разъезда машин на участке УДС, включающем нерегулируемый перекресток [3] и Т-образный перекресток [4], не отвечали задачам моделирования выбранного участка, при котором пересечение двух направлений происходит под углом, сопровождаясь сужением дороги, что делает его объектом повышенной опасности как с точки зрения организации движения, так и возникновения ДТП. Для того чтобы найти способ решения данных проблем, проводилось натурное изучение транспортных потоков на данном участке, а затем изучение его на модели.

Для решения задач моделирования транспортных потоков существует несколько вероятностных моделей. Самыми распространенными из них являются:

1. Кинематическая модель – использует в своей основе элементарное кинематическое уравнение с целью определения максимальной степени ускорения либо замедления, которое транспортное средство должно проявить, чтобы избежать столкновения с другим транспортным средством, движущимся впереди.

2. Вероятностная модель BANDO – скоростная модель плотности, которая относится к группе детерминированных ведущих моделей и связывает целевую скорость транспортных средств с макроскопической плотностью транспортного потока.

3. Вероятностная модель GAZIS – теория следования поведению транспортного средства, детерминируя расстояние, рассматривая время реакции водителя на определенные стимулы.

4. Вероятностная модель SPARMANNa – алгоритм изменения полосы движения для двухполосного шоссе.

5. Модель WIEDEMANNa – в составе программного комплекса PTV Vision VISSIM. Система имитации VISSIM состоит из двух отдельных программ, которые взаимодействуют друг с другом с помощью интерфейса, в котором происходит обмен данными измерений детекторов и данными о состояниях систем регулирования. Результат имитации – это анимация движения транспорта в режиме реального времени и последующая выдача всевозможных транспортно-технических параметров. Существенным для точности системы имитации является качество модели потока транспортного движения, т.е. метода, с помощью которого рассчитывается передвижение транспортных средств в сети. В отличие от более простых моделей, в которых за основу берутся постоянные скорости и неизменное поведение следования за впереди идущими транспортными средствами, PTV Vision VISSIM использует психофизиологическую модель восприятия Вайдемманна. Имитационное моделирование на данном этапе представляется мощным инструментом для оценки и анализа движения транспортных и пешеходных потоков. Кроме того, программа уровня PTV Vision VISSIM позволяет в значительной мере упростить работу проектировщика и создает достоверную платформу для проектирования как дорожно-транспортных, так и любых градостроительных объектов [5].

Данная среда моделирования дает возможность построения имитационной модели для дальнейшего анализа, сбора информации и получения данных для расчетов. Эта программа помогает понять, в чем состоит проблема, на каком участке дорожной сети и какие меры нужно предпринять для устранения этих проблем.

В данном случае рассматривается участок УДС от улицы Комарова до остановки Пединститут. Этот участок располагается на Набережночелнинском проспекте, который является одним из самых опасных в городе.

Набережночелнинский проспект – центральная автомагистраль, соединяющая Старую и Новую части города Набережные Челны. Средняя скорость движения автомобильного транспорта в пределах границы зоны 30-минутной доступности составляет 40 км/ч. Протяженность проспекта составляет около 4,75 км. Ширина проезжей части самая разнообразная, на отдельных участках по две или по три полосы, однако на большей части проспекта движение осуществляется по четырем полосам. На протяжении проспекта имеются два подземных пешеходных перехода, а также три светофора. Интенсивность движения на Набережночелнинском проспекте является самой высокой среди всех городских магистралей и составляет 3000 авт./час, пропускная способность – 3500 авт./час [6].

На проспекте в час-пик наблюдается замедление движения, нередко появляются серьезные пробки. Данный участок в пиковое время не справляется с транспортным потоком. На имеющихся разворотах водители тратят немало времени на маневр из-за огромного потока машин. Подобная проблема существует и на остановке «Пединститут»: после пересечения с улицей Низаметдинова происходит сужение трехполосной дороги до двухполосной, вследствие чего транспортные средства вынуждены сразу за перекрестком совершать опасный маневр по смене полосы. Ввиду неправильной организации транспортных потоков, возникают более опасные проблемы на близлежащих участках. На данный момент, за 8 месяцев 2013 года, в Набережных Челнах произошло 472 ДТП. С прошлого года по настоящее время на Набережночелнинском проспекте зафиксировано 37 аварий, в которых пострадало 55 человек [7].

Для изучения транспортного потока на выбранном участке были использованы программные продукты PTV Vision VISSIM и VISUM. Требовалось смоделировать участок с помощью карты города в программе VISUM (рис. 1), затем построить имитационную модель в программе VISSIM, в которой есть возможность ввести параметры транспортного потока, задать его движение, задать параметры элементов регулирования движения, в том числе общественного транспорта (рис.2), а также наблюдать имитацию в 3D (рис. 3). С помощью данной программы можно наглядно убедиться в наличии проблемных зон на выбранном участке, а также смоделировать работу, изменив параметры сети.

Для решения обозначенных проблем предлагается расширить проспект после пересечения с улицей Низаметдинова до трех полос, а на остановке Пединститут (со стороны улицы Низаметдинова) увеличить карман для автобусов.

Прогон модели с рекомендуемыми изменениями показал, что в случае реконструкции пропускная способность участка увеличивается в 1,3 раза. Для точной оценки степени снижения экологической нагрузки необходимо выполнить соответствующие расчеты. Кроме того, в качестве возможной рекомендации можно обозначить перенос остановки с противоположной стороны за перекресток, однако для этого необходимо дополнительно исследовать параметры пешеходных потоков в указанном районе.

Таким образом, моделирование и оптимизация выбранного критического участка дорожной сети города с просчетом возможных вариантов решения проблем поможет оптимизировать его функционирование и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду в жилых районах города.



Рис. 1. Участок ул. Комарова – ост. Пединститут в модели VISUM

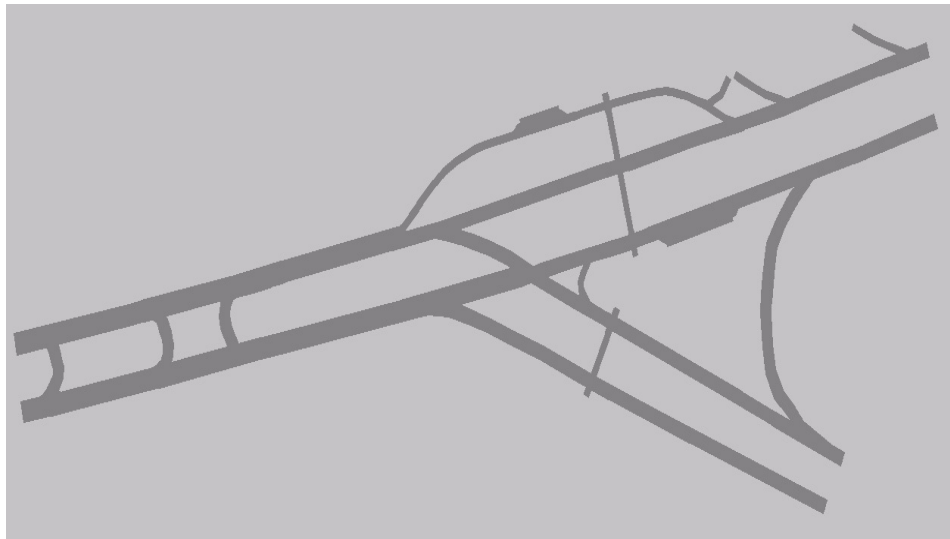


Рис. 2. Участок ул. Комарова – ост. Пединститут в 2D в модели VISSIM

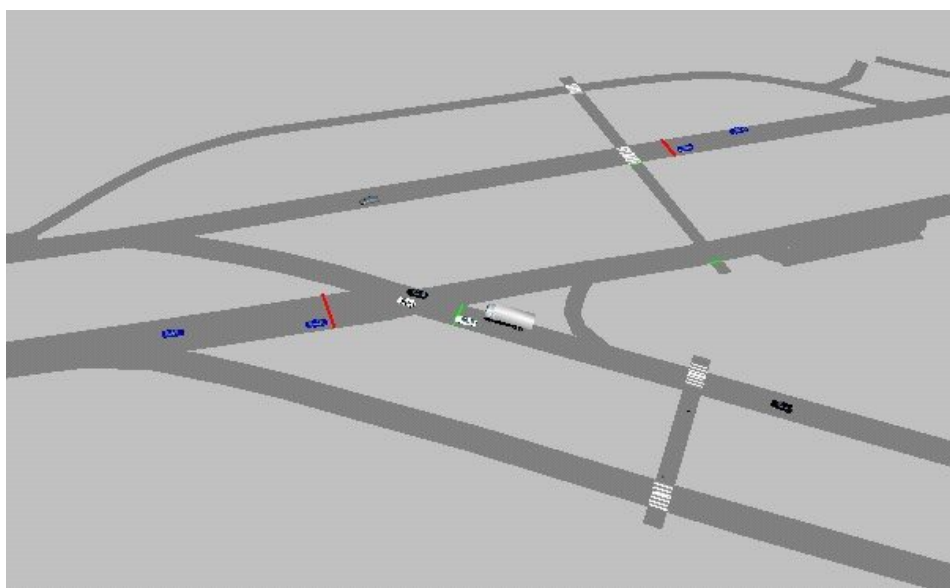


Рис. 3. Имитация движения в 3D

Литература

-
1. Транспорт в городах, удобных для жизни. URL: <http://lib.rus.ec/b/376526/read>. Дата обращения 18.08.13.
 2. Окружающая среда республики. URL: http://www.chelny.info/city/okruzhaushaya-sreda-respubliki_57088.html. Дата обращения: 15.05.13.
 3. **Никитин, А. С.** Применение автоматного программирования для имитационного моделирования разъезда машин на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог / А. С. Никитин, М. Ю. Чураков, А. А. Шалыто // V Всероссийская конференция «ИММОД-2011». URL: <http://www.gpss.ru/immod07/doklad/54.html/>. – Дата обращения 15.09.13.
 4. **Зольников, В. А.** Модель движения машин на Т-образном перекрестке// V Всероссийская конференция «ИММОД-2011». URL: <http://immod.gpss.ru/files/2011/97.pdf>. – Дата обращения 15.09.13.
 5. Методы моделирования транспортных потоков. URL: <http://bespalov.me/2012/07/16/metody-modelirovaniya-transportnyh-potokov/>. – Дата обращения 15.03.13.
 6. Набережночелнинский проспект. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Набережночелнинский_проспект. – Дата обращения 20.09.13.
 7. Самые опасные места на дорогах Набережных Челнов. URL: <http://www.chelny-izvest.ru/city/19700.html>. – Дата обращения 17.06.13.