

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ ВЛИЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Белкин В.А.

Государственное учреждение «Природоохранный центр», г. Омск
Костарев С.В.

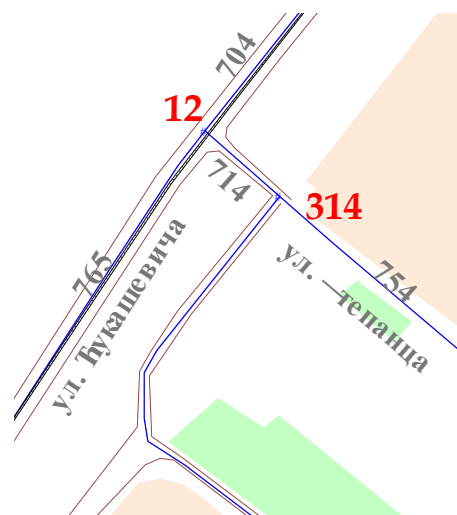
Комитет природных ресурсов по Омской области, г. Омск

Основной загрязнитель атмосферы крупного промышленного города – выбросы от автотранспорта, которые составляют более 50-60% объема всех выбросов. Усугубляется ситуация тем, что воздействие на человека осуществляется практически непосредственно, т.к. источник выброса находится в непосредственной близости от органов дыхания людей. Существует несколько подходов, позволяющих ограничить воздействие: техническое улучшение автотранспорта или его замена на альтернативный; улучшение качества топлива; оптимизация организации движения. Первые два подхода подразумевают существенные материальные затраты и требуют большого времени для реализации. Организация движения – это интенсивный метод, позволяющий динамически использовать ресурсы дорожной сети для снижения негативного влияния автотранспорта. В общем случае интересы организаторов движения и экологов совпадают, т.к. основные проблемы транспорта (заторы, большое количество остановок и ожидание) являются источником повышенных выбросов. Однако некоторые методы оптимизации движения, применяемые для решения транспортных проблем (расширение магистралей, строительство новых дорог и т.д.) ведут, в конечном счете, к усугублению экологической ситуации. Таким образом, необходимо предложить метод и механизм, позволяющий согласовать организацию движения с требованиями экологической безопасности.

Одним из основных параметров, подлежащих изучению, является интенсивность автотранспорта. В работах по обследованию движения на автодорогах г. Омска, которые проводились с непосредственным участием авторов, установлена интенсивность движения на участках дорог в зависимости от времени года (сезона), дня недели, и времени суток. Получение данных об интенсивности производилось ручными методами, что дает наиболее точную характеристику, но не может служить оперативным интересам организатора движения. Поэтому предлагается использовать комбинированный метод, при котором базовые параметры движения на ключевых магистралях собираются вручную, а остальные участки дорог моделируются. Для моделирования можно использовать статистические методы. Однако большое количество пробелов в

данных при замере параметров и достаточно сложные вероятностные характеристики затрудняют использование статистического аппарата. Более перспективным на взгляд авторов является нейросетевое моделирование, достоинство которого – способность к накоплению и обобщению.

Авторами предложены две нейросетевые модели. Первая позволяет на участке дороги (подход к перекрестку) определять интенсивность движения для разных сезонов года, дней недели и времени суток. Вторая модель определяет интенсивность движения на участках дорог, прилегающих к одному перекрестку. Модели строились для пересечения улиц Степанца и Лукашевича г. Омска (перекресток № 12), используя результаты проведенных натурных обследований.



Первая модель (участок 704). Испытано несколько конфигураций моделей с разным количеством слоев и нейронов. Наилучший результат дала модель с многослойным персептроном, состоящим из одного входного слоя (23 нейрона), одного скрытого слоя (23 нейрона) и одного выходного слоя (1 нейрон). Три переменные (сезон, день недели и час) подавались на входной слой. Предсказываемая величина – интенсивность движения, снималась с выходного слоя. В качестве активационной функции нейронов использовался гиперболический тангенс. Модель обучалась на 183-х примерах. Для повышения достоверности обучения использовалось тестирующее множество из двадцати одного примера. Модель обучалась с учителем градиентным алгоритмом обратного распространения ошибки. Минимизация целевой функции ошибки проводилась по методу наименьших квадратов. Минимальная величина ошибки при обучении сети составила 0,0018. При дальнейшем уменьшении ошибки на обучающем множестве сеть начинала переобучаться, о чем свидетельствовал рост ошибки на тестовом множестве. Достаточно часто обнаруживался «паралич» сети, выйти из которого удавалось путем ручной «встряски» нейронов в разных слоях, когда весам нейронов придавались независимые случайные приращения. Общее число эпох обучения составило от 5000 до 10000, а время обучения для тысячи эпох - 11 мин.

Вторая модель (участки 704, 714, 765). В процессе опытного моделирования было опробовано несколько вариантов модели и

выбрана модификация первой, в которой добавлена дополнительная входная переменная, определяющая номер сегмента, прилежащего к перекрестку. Количество нейронов в первом слое увеличено до 75-ти, в скрытом слое - до 69-ти. Обучающее множество состояло из 491 примера, тестовое – из 122. Общее число эпох обучения возросло до 12000..15000. Время обучения одной тысячи эпох составило 20 мин.

При проведении обследования магистралей образовались разрывы в наблюдениях: с 11ч до 14 ч в понедельник и с 11ч до 13 ч во вторник (линия «Интенсивность измеренная» на рис. 1). В результате моделирования рассчитана интенсивность для первой модели (линия «Интенсивность 1» рис. 1) и для второй модели (линия «Интенсивность 2» рис. 1). На первый взгляд может показаться, что график «Интенсивность 1» лучше аппроксимирует искомую функцию. Однако вторая модель определяет интенсивность на исследуемом участке как зависимость от интенсивности на участках, прилегающих к перекрестку.

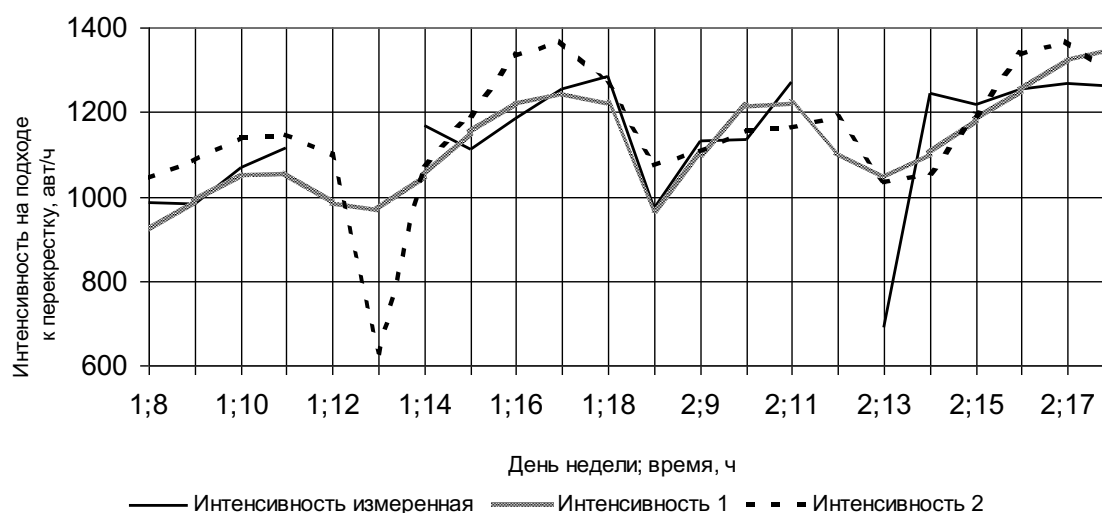


Рис. 1. Измеренная и предсказанная интенсивность на участке дороги г. Омска

В заключении стоит отметить большое время, затрачиваемое на обучение одного перекрестка. При значительном количестве перекрестков, это усложняет построение модели движения для крупного города. Кроме этого, при моделировании не использовалось расписание обучения, что позволит существенно снизить долю ручного труда.

Литература

1. Костарев С.В., Белкин В.А., Милованов В.Н. Выбросы автотранспорта как фактор снижения устойчивости городской экосистемы. (Статья). Влияние среды обитания на здоровье населения: Материалы III научно-практической конференции. – Омск, 2001. – С. 26-28.

2. Паничкин А.В., Осинцев Е.В., Костарев С.В., Белкин В.А., Милованов В.Н. Разработка алгоритмов и программ моделирования загрязнения от автотранспорта, подготовка необходимой информации для применения методики расчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях, стыковка ПО с ЦБД СУПП. (Отчет). Институт информационных технологий и прикладной математики СО РАН: Итоговый отчет по НИР. - Омск, 1998 г. - 89 с. - Деп. в ВИНТИ 1998 г. - № гос.регистрации 01960001424, инв. № 4-98-02980004869.

3. Уоссермен.Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. - М.: Мир, 1992.

4. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. - Новосибирск: Наука, 1996. 276 с.