



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

И.Г. Богданова, С.В. Михеев, Д.А. Михайлов

УЧЁТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет)

Ежегодный прирост автомобильного парка России составляет 1,5-2 миллиона автомобилей, что значительно опережает темпы дорожного строительства. Как следствие, недостаточная площадь автомобильных дорог приводит к приближению показателей транспортного потока к критическим значениям и к образованию заторов. Эффективным решением транспортных проблем является грамотная организация дорожного движения. Для оптимизации и упрощения решения транспортных задач разрабатываются и внедряются интеллектуальные транспортные системы (ИТС).

При проектировании интеллектуальной системы управления транспортными потоками возникает ряд проблем, вызванных уникальным характером дорожного движения. Таким образом, при создании алгоритмов управления дорожным движением, необходимо сначала понять природу и характеристики транспортного потока, а затем протестировать поведение системы после введения различных управляющих воздействий.

Поведение транспортного потока изменчиво и зависит от сочетания многих факторов. Кроме постоянных технических факторов (транспортные средства и сама дорога), влияние на него оказывают непредсказуемое поведение водителей и пешеходов, а также состояние окружающей среды.

Все эти факторы влияют на основные характеристики транспортного потока – интенсивность (I), плотность (k) и скорость (V).

Интенсивность транспортного потока определяется как число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги в единицу времени; плотность потока – как количество транспортных средств на единицу длины дороги.

Эти характеристики связаны следующим уравнением:

$$V(t, x) = \frac{I(t, x)}{k(t, x)},$$

где $V(t, x)$ – средняя скорость транспортного потока,

$I(t, x)$ – интенсивность транспортного потока,

$k(t, x)$ – плотность транспортного потока.

Графическое отображение уравнения представляет собой основную диаграмму транспортного потока, построенную в виде зависимостей $V_s = f(k)$ и



$I = f(k)$ для непрерывного транспортного потока, движущегося по дороге без пересечений.

При изучении и моделировании организации дорожного движения в описании транспортных потоков часто используются математические методы. Необходимость внедрения математического моделирования в исследование транспортных потоков обусловлена изучением и обоснованием пропускной способности магистралей и их пересечений.

Наиболее известны и применяемы в организации дорожного движения две группы математических моделей – детерминированные и стохастические.

К детерминированным относятся модели, основывающиеся на функциональной зависимости отдельных показателей, при этом все факторы, оказывающие действие на развитие дорожной ситуации, определены и их значения известны на момент принятия решения. Стохастические модели отличаются большей эффективностью, так как рассматривают транспортный поток как случайный, вероятностный процесс.

Неустойчивость транспортного потока в области пропускной способности приводит к разрывам в значениях его характеристик. Многими исследователями установлено, что при приближении к значению пропускной способности увеличивается вероятность резкого снижения интенсивности и скорости движения.

Случайное колебание количества транспортных средств и неустойчивость движения транспортного потока в зоне пропускной способности приводит к возникновению точки бифуркации.

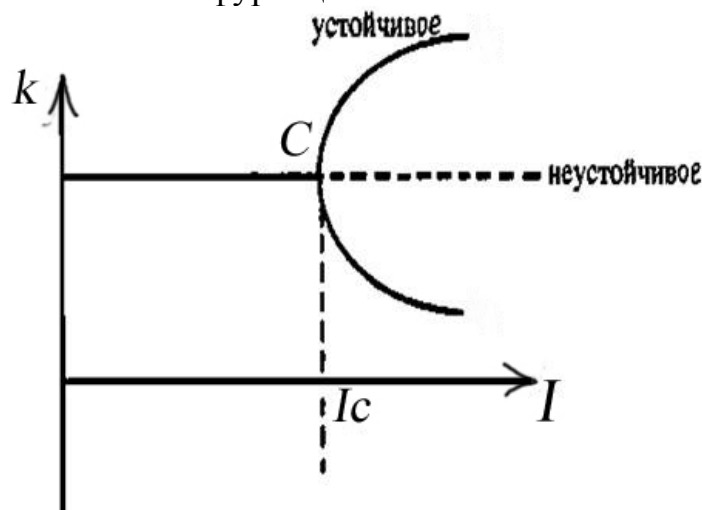


Рис. 1. Точка бифуркации транспортного потока

Точка «С» (рис.1) – точка бифуркации транспортного потока — критическое состояние системы, при котором система становится неустойчивой относительно даже самых микроскопических воздействий и возникает неопределенность: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более высокий уровень упорядоченности. Точка бифуркации носит кратковременный характер и разделяет более длительные устойчивые режимы системы.



На состояние транспортного потока в этой точке могут оказать влияние такие факторы, как:

- погодные условия;
- время суток;
- состояние дорожного покрытия;
- проведение дорожно-ремонтных работ;
- геометрические параметры дорожного полотна;
- поломка автомобиля в потоке;
- смена светофорного цикла;
- изменение состава потока (появление крупногабаритного транспортного средства);
- поведение водителей транспортных средств;
- нарушение правил дорожного движения;
- многие другие, даже, на первый взгляд, незначительные факторы.

В зависимости от этих факторов дальнейшее развитие ситуации может пойти по двум сценариям:

- 1) вернуться в состояние свободного потока;
- 2) перейти в состояние затора, когда интенсивность транспортного потока станет равна нулю.

Для минимизации негативных последствий от всех вышеперечисленных факторов и улучшения транспортной ситуации разрабатываются и внедряются ИТС – комплексы интегрированных средств управления транспортной инфраструктурой мегаполиса (улично-дорожной сетью, техническими средствами организации дорожного движения, транспортными потоками). Эти комплексы разрабатываются на основе современных информационных технологий, регулирующих транспортный поток в реальном режиме времени.

ИТС могут проводить непрерывный контроль потока транспорта, управлять дорожным движением и позволяют перераспределять транспортные потоки по сети.

Основной функцией ИТС является координированное управление дорожным движением, что дает возможность уменьшить время в пути, понизить вредное влияние транспортных средств (ТС) на экологическую среду, поднять уровень безопасности на дорогах.

Одной из основных составляющих ИТС является геоинформационная система (ГИС) автомобильных дорог, которая предназначена для ведения всей технической и эксплуатационной информации по сети автомобильных дорог в электронном виде.

Специально для хранения, обработки и визуализации данных об интенсивности – одного из важнейших показателей транспортного потока – создана система «ITSGIS. Интенсивность транспортных потоков». Система является подсистемой интеллектуальной транспортной системы (ИТС) и может использоваться в качестве отдельного программного модуля ИТС или как самостоятельный продукт.



Ввод и хранение информации о характеристиках улично-дорожной сети (УДС), интенсивности транспортных потоков и видах транспортных средств обеспечивается одним из элементов ИТС – базой данных. В базе данных хранятся также пространственно-временные характеристики, так как интенсивность зависит не только от географического месторасположения «точки сбора», но и от времени суток, дня недели, месяца, года, погодных условий. Для учета временных характеристик в базе создана сущность Измерение_интенсивности. Каждое измерение интенсивности уникально и идентифицируется датой, временем и местоположением измерения.

Для занесения информации в базу данных система предлагает инструмент ввода с выбором необходимого параметра из нижеперечисленных:

- тип транспортного средства;
- количество транспортных единиц;
- участок УДС, на котором производился сбор данных;
- время сбора данных

Также системой предусмотрена возможность импорта данных из других форматов, например из файлов MS Excel. Кроме того, обеспечен экспорт данных в различные подсистемы:

- для прогнозирования будущей интенсивности;
- роста аварийности;
- локального управления транспортными потоками на перекрестке;
- построения оптимальной структуры светофорного цикла.

Система «ITSGIS. Интенсивность транспортных потоков» позволяет осуществлять вывод данных об интенсивности и отображение их на карте разными способами:

- в виде точки с привязкой к ней числового значения интенсивности и даты измерения;
- в виде точки с привязкой к ней числового значения интенсивности и даты измерения;
- в виде линий различной толщины в зависимости от значения интенсивности;
- в виде точки или линии различными цветами в соответствии с градацией цвета по величине значения интенсивности;
- комбинированным способом, при котором величина интенсивности влияет как на цвет, так и на толщину символов.

В 2009-2014 г. студентами СГАУ была собрана и обработана информация об интенсивности транспортных потоков более чем на 100 перекрестках города Самары.

Полученные данные позволяют осуществить анализ изменения состояния модели улично-дорожной сети на основе сравнения с данными прошлых периодов.