

УДК 65.011.56

Дмитриев С.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

АЛГОРИТМ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ В КОНТРОЛИРУЕМОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

Аннотация: Рассмотрена проблема возрастания опасности дорожных заторов транспортных средств в городских поселениях и загородных трассах в связи с непрерывным ростом автомобильного парка. Предложен алгоритм прогнозирования образования дорожных заторов, основанный на информационном обеспечении, получаемом от использования современных средств контроля и видеонаблюдения дорожного движения и транспортных средств.

Ключевые слова: дорожный затор; транспортное средство; алгоритм; информационное обеспечение; система контроля; видеонаблюдение; парковка; дорога

Уже в начале XX века, на заре автомобилизации, появились и первые транспортные заторы. Сначала, очевидно, это были редкие случаи и, по мере строительства новых дорог, удавалось избегать их, но сегодня, когда автомобиль стал наиболее распространённым транспортным средством, транспортные заторы стали неприятными, но неизбежными компонентами дорожного движения. Несмотря на высокое качество дорожных покрытий и инфраструктуры дорожного движения (системы дорожных знаков, указателей, светофорного оборудования), непрерывный рост мирового автотранспортного парка приводит к тому, что транспортные заторы становятся всё более вероятными, причём наблюдается устойчивая тенденция к увеличению экономического ущерба от их образования.

В этой связи актуальна задача анализа условий возникновения, развития и эволюции транспортных заторов, что позволит прогнозировать и предупреждать их образование. Для решения этой задачи необходимо определить основные факторы и разработать математические модели

процессов дорожного движения, исследовать механизмы образования, «жизни» и ликвидации транспортного затора, влияние внутренних и внешних факторов на эти процессы. Всё это позволит получить достаточно надёжные прогнозы образования дорожных заторов транспортных средств с целью их предупреждения.

Несмотря на отсутствие системных решений перечисленных задач, и результатов исследования факторов влияния, можно предложить основные подходы к решению общей задачи на уровне её информационного обеспечения и алгоритмизации. В данной работе рассматриваются необходимые и возможные источники информации об элементах дорожного движения и алгоритмы обработки полученной информации для выработки решений о предупреждении транспортных заторов.

Анализ публикаций по данной теме [1, 2, 3] показывает, что в различных странах мира, в том числе и в Российской Федерации, уделяется серьёзное внимание мониторингу и регулированию дорожных транспортных процессов, а Правительство Москвы проводит системную работу, направленную на техническое и организационное обеспечение снижения опасности образования транспортных заторов [4, 5]. Реально в мировой практике применяется множество разновидностей средств регулирования движения транспорта: светофорные объекты различной сложности, видеокамеры в составе подсистем видеоконтроля, информационного обеспечения участников дорожного движения. Видеокамера, установленная над опасным участком дороги, передаёт визуальную и числовую информацию в модуль обработки информации, где анализируется движение транспортных средств и определяются заданные интегральные оценки движения. Используются также: многопозиционные дорожные знаки, световые табло со сменной информацией о транспортной ситуации на направлениях движения, специальные радио и видеоканалы. Разработаны: радары и приборы предупреждения столкновений на дорогах; блокирующие устройства; спутниковые системы навигации и определения

местонахождения транспортного средства; вмонтированные в дорожное полотно светящиеся маячки для определения скорости, идентифицирующие номерные знаки проезжающих автомобилей; подсистемы видеонаблюдения с автоматической фиксацией номера автомобиля и лица водителя с выпиской штрафа владельцу машины при превышении скорости движения; спутниковые системы слежения за соблюдением правил парковки; лазерные сканеры для быстрой фиксации места дорожного происшествия; автоматизированная система сбора платежей за право въезда в центр города в часы пик; самообучающийся светофор, автоматически меняющий режим переключений в зависимости от интенсивности движения по улицам на перекрёстке.

Таким образом, имеются технические возможности получения разнообразной информации о дорожном движении и средства для реализации централизованного управления им в рамках контролируемой транспортной системы. Однако, вероятность образования транспортных заторов на дорогах непрерывно возрастает, что заставляет возвращаться к задачам их предупреждения. Рассмотрим общую постановку задачи. Она очень проста. Для некоторой контролируемой территории транспортной системы необходимо определить условия, при которых вероятность возникновения транспортных заторов становится близкой к 100%.

Очевидно, это возможно тогда, когда контролируемая территория заполняется транспортными средствами так, что становится затруднительным перемещение их по дорогам территории, а затем наступает остановка их движения. Заполнению территории способствует высокая интенсивность входных потоков транспортных средств, освобождению – высокая интенсивность выходных потоков. Интенсивность движения транспортных потоков по дороге определяется, при прочих равных условиях, шириной проезжей части дороги и скоростью движения транспортных средств. Скорость движения транспортного средства в пределах контролируемой территории, в свою очередь, определяется установленными

ограничениями движения в виде дорожных знаков и светофорных устройств и степенью загромождённости проезжей части припаркованными автомобилями, снегом, ремонтными работами, следствиями аварии. И здесь следует отметить, что большинство дорожных знаков и регулирующих устройств способствуют снижению средней скорости перемещения транспортного средства по контролируемой территории, а большинство санкций к водителям транспортных средств накладываются за превышение скорости движения, предписанной знаками регулирования дорожного движения. Это очевидное системное противоречие может быть разрешено только системным рассмотрением проблемы. Очевидно также, что предпочтительное решение будет направлено на возможное повышение пропускной способности контролируемой территории, в том числе за счёт обеспечения роста средней скорости движения транспортных средств, введения нерегулируемых пересечений магистралей в разных уровнях и организации подземных и надземных пешеходных переходов. Всё это может стабилизировать потенциальную пропускную способность контролируемой территории на максимально возможном уровне. Однако, высокая пропускная способность контролируемой территории по отношению к транспортным потокам может быть не единственной её функцией.

Вторым важным назначением любой контролируемой территории является способность её принять и разместить (припарковать) транспортные средства, так как даже на загородных трассах возможны плановые и вынужденные остановки, а населённые пункты и, особенно, крупные города являются теми территориями, куда, в основном, и движутся транспортные средства, перевозя людей и грузы различного назначения. Таким образом, остановки, стоянки, парковки, транспортных средств являются неотъемлемой частью дорожного движения и должны также проектироваться на основе системного подхода вместе с проектированием территорий и транспортных трасс. Рассматривая проблему парковок транспортных средств с точки зрения обеспечения пропускной способности контролируемой территории,

следует отметить, что наличие организованных парковок способствует разгрузке дорожных трасс от транспортных средств и тем самым позволяет повысить потенциал пропускной способности контролируемой территории. Но большинство припаркованных транспортных средств после окончания времени парковки вновь вливаются в транспортный поток, понижая потенциал пропускной способности. Наличие технических средств контроля парковок позволяет организовать мониторинг степени заполнения парковок транспортными средствами и учитывать эти данные при прогнозировании вероятности дорожных заторов транспортных средств.

Учитывая изложенное выше и считая доступным применение любых необходимых технических средств, может быть рассмотрен алгоритм прогнозирования дорожных заторов в контролируемой транспортной системе.

1. Определить границы контролируемой территории транспортной системы.
2. Пронумеровать все входные (i) и все выходные (j) транспортные магистрали контролируемой территории, включая входы и выходы парковок транспортных средств.
3. Статистическими наблюдениями, либо расчётными методами определить величины:

$N_{крA}$ - критическое значение заполненности контролируемой территории транспортными средствами, соответствующее $A\%$ вероятности образования транспортных заторов;

N_{max} - максимально допустимое значение заполненности контролируемой территории транспортными средствами, при котором вероятность образования транспортного затора $A=100\%$.

4. Определить мониторингом магистралей и парковок величины: $N_{м0}, N_{с0}$ - соответственно, начальные количества транспортных средств на проезжей части магистралей и на стоянках контролируемой территории.

5. Выполнить с использованием технических средств контроля мониторинг интенсивности во времени потоков транспортных средств по каждой из i входных магистралей $n_{вхi}(\tau)$ и по каждой из j выходных магистралей $n_{выхj}(\tau)$ контролируемой территории.

6. Определить количество транспортных средств, входящих ($(N_{вхi})$) в контролируемую территорию и выходящих ($(N_{выхj})$) из неё за прогнозируемый период $\Delta\tau = \tau_k - \tau_n$ [с], где τ_k, τ_n -соответственно, начальный и конечный моменты времени прогнозируемого периода:

$$N_{вхi} = \int_{\Delta\tau} n_{вхi}(\tau) d\tau, \quad (1)$$

$$N_{выхj} = \int_{\Delta\tau} n_{выхj}(\tau) d\tau. \quad (2)$$

7. Определить текущее значение заполненности транспортными средствами контролируемой территории, суммируя найденные величины:

$$N = N_{MO} + N_{CO} + \sum_i N_{вхi} - \sum_j N_{выхj} \quad (3)$$

8. Сравнить полученный результат на конец прогнозируемого периода с критическим значением заполненности транспортными средствами контролируемой территории с вероятностью $A\%$ образования транспортного затора

$$N \leq N_{кРА} \quad (4)$$

9. При удовлетворении условия (4) продолжить мониторинг интенсивности во времени потоков транспортных средств контролируемой территории переходом к п.5 алгоритма.

10. При нарушении условия (4) выполнить оповещение участников дорожного движения о загруженности магистралей, начать регулирование движения по схеме разгрузки рассматриваемой магистрали контролируемой территории.

11. Сравнить величину N , полученную по соотношению (4), п.7 алгоритма с максимально допустимым значением заполненности контролируемой территории

$$N \geq N_{max} \quad (5)$$

12. При выполнении условия (5) продолжить мониторинг интенсивности во времени потоков транспортных средств контролируемой территории, переходя к п.5 алгоритма.

13. При нарушении условия (5) перекрыть входные магистрали контролируемой транспортной системы с принятием мер по оповещению участников дорожного движения на ближних и дальних подступах по всем входным магистралям.

14. Данные результатов мониторинга с привязкой к реальному времени и погодным условиям направить в банк прецедентов для последующего использования в статистических исследованиях и как конкретного прецедента при анализе дорожных ситуаций в контролируемой транспортной системе.

Рассмотренный алгоритм может быть применён как управляющая процедура в любой транспортной системе и может корректироваться по параметрам настройки по мере накопления опыта его применения. При необходимости крупные транспортные системы могут быть разделены на отдельные фрагменты, работающие по тому же алгоритму, с централизованной координацией их функционирования.

Выводы:

1. Сформулирована общая постановка задачи прогнозирования транспортных заторов в контролируемой транспортной системе.

2. Выявлено системное противоречие в действующих системах регулирования транспортных потоков.

3. Разработан алгоритм прогнозирования дорожных заторов в контролируемой транспортной системе.

Литература

1. Орлова М., Кукушкина Л. Тверской затор. – // «Завтра». - № 49(994). - 2012.

2. Касмынин А. Когда весь мир замрёт. Феноменология автомобильных пробок. // «Завтра». - №49(994). – 2012.

3. Касмынин А. Опять «пробка»! Возможно ли решить транспортную проблему в российской столице? // «Завтра». - № 52(997). – 2012.

4. Ливеровская Е. Управление светофорами столицы теперь сосредоточено в единых руках Правительства Москвы [Электронный ресурс] URL: <http://maps/mail/ru/articles/?id=51> (дата обращения 01.12.2014).

5. О передаче Государственному учреждению города Москвы – Центр организации дорожного движения Правительства Москвы - общегородской автоматизированной системы управления дорожным движением (системы «СТАРТ») [Электронный ресурс] URL:http://www.dtis.ru/Doc/Project_2010-11-29.pdf (дата обращения 01.12.2014).

Dmitriev S.V., doctor of technical sciences, Professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

ALGORITHM AND CONGESTION FORECAST INFORMATION IN A CONTROLLED TRANSPORT SYSTEM

Abstract: the problem of increasing risk of congestion in urban areas and suburban highways due to the continuous increase in the vehicle fleet. The algorithm of forecasting traffic congestion, education based on information received from the use of modern means of monitoring and surveillance of traffic and vehicles.

Keywords: road congestion; the vehicle; the algorithm; information provision; control system; video surveillance; parking; Road.