

## МОНИТОРИНГ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

© 2013 г. К. С. Саломатин

*Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский университет)*

*В представленной статье описывается алгоритм мониторинга состояния дорожной обстановки города.*

Ключевые слова: *движущиеся объекты; алгоритм; дорожный трафик; мониторинг.*

*The article describes an algorithm for traffic situation monitoring in the city.*

Key words: *moving objects; algorithm; road traffic; monitoring.*

### **Введение**

Автомобильная пробка — скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги.

Современный уровень развития транспортной инфраструктуры крупных городов России не позволяет справляться с текущим количеством транспортных средств. В связи с этим количество и протяженность «пробок» в транспортной сети города с каждым годом увеличивается. Для решения данной проблемы существует два способа: реконструировать старые дороги и строить новые или вводить новые методы организации дорожного движения. Первый способ трудоемок, требует больших финансовых затрат и длительного времени на реализацию, а в отдельных случаях вообще не реализуем. Второй более приемлем для обеспечения нормального функционирования транспортной системы города уже в ближайшее время. Данный способ не требует серьезных трудовых затрат, не такой ресурсоемкий, а реализация занимает намного меньше времени в отличие от первого способа.

Большинство исследований отечественных и зарубежных специалистов в сфере транспортных систем ориентированы на усовершенствование светофорного регулирования (изменение временных периодов работы цветковых сигналов) и решение проблем коор-

динации движения транспортных потоков по улично-дорожной сети (УДС) [1; 2].

При этом мало внимания уделяется наблюдению за дорожной обстановкой (мониторингу). Мониторинг состояния УДС является одной из важных составляющих в борьбе с автомобильными пробками. Наблюдение за дорожной обстановкой позволяет выявить возможные проблемные участки, выявить причину «пробок». В зависимости от причины дорожных затруднений далее можно оптимизировать работу светофоров или же вызвать соответствующие службы, если причина во внешних факторах, таких как ДТП, поломка или припаркованные транспортные средства.

### **Постановка задачи**

Для многих водителей неотъемлемым повседневным атрибутом стали мобильные устройства с установленным сервисом Яндекс.Пробки [3]. Не секрет, что данный ресурс имеет широкое распространение среди автолюбителей. Исследуя сервис Яндекса можно получить следующую информацию: уровень загруженности трассы, среднюю скорость движения на трассе, возможные дорожные события — ремонт, ДТП или др. Данный сервис является зависимым от количества пользователей, и чем их больше, тем информация точнее. Сервис собирает информацию с устройств, на которых установлен их клиент и передает ее на сервер, где инфор-



Рис. 1. Линейный участок дороги

мация и обрабатывается. Соответственно, если таких устройств нет, информация либо будет отсутствовать, либо будет недостоверной или неточной. В итоге получается, что качество информации — актуальность и достоверность — зависит от наличия и количества пользователей. Данный способ не позволяет оперативно реагировать на дорожную ситуацию.

Помимо Яндекса существует похожий сервис у Google. Также существуют различные навигаторы, имеющие в своем функционале возможность указывать пробки на маршруте следования. Основными недостатками этих методов является их работа в режиме онлайн и пользовательская ориентированность. Это значит, что в первом случае все эти сервисы только показывают текущую ситуацию на дороге, а предугадать, где в скором времени будет проблема, они не могут. Ориентированность на пользователя заключается в том, что все эти методы не могут самостоятельно локализовать проблемный участок и не могут определить, что вызвало затруднения на дороге.

Из этого следует, что необходимо разработать алгоритмы мониторинга состояния дорожной обстановки, которые должны иметь следующие свойства:

1. Разрабатываемые алгоритмы должны быть независимы от пользователей системы;
2. Разрабатываемые алгоритмы должны иметь высокую скорость работы;
3. Алгоритмы должны оперативно реагировать на изменяющуюся обстановку с минимальным временем отклика;
4. Разрабатываемые алгоритмы должны уметь локализовать проблемные места и иметь возможность предугадывать возможные затруднения на дороге.

### Мониторинг

Пусть имеется линейный участок дороги, схема которого представлена на рис. 1.

Для начала необходимо рассмотреть ра-

боту алгоритма для дороги с одной полосой.

### Шаблоны движения

Для определения состояния дорожного участка необходимо получить данные о скорости движения в начале (А) и в конце (F) участка и для проверки в пункте D. Если данные в этих пунктах разнятся, то тогда необходимо анализировать данные в пунктах С и Е.

В дорожном движении есть свои закономерности — шаблоны. Все зависит от комбинаций разгонов, торможения и постоянной скорости.

На рис. 2 представлены возможные тривиальные варианты этих шаблонов.

Данные шаблоны однозначно показывают состояния когда скорость не меняется или однозначно повышается/понижается на участке дороги. Если скорость понижается на всем участке, то в конечном пункте стоит светофор или в этом месте дорожное происшествие, если же скорость повышается, то скорее всего это участок разгона после светофора или дорожного происшествия. Дорожное движение в целом имеет три возможных состояния: разгон, торможение и постоянная скорость. Идеальным, с точки зрения мониторинга, является движение с постоянной скоростью.

На рисунках 3–8 показаны возможные шаблоны этих вариаций.

На рис. 3 показана ситуация движения по проблемному участку: циклический разгон и торможение. Вообще данный шаблон показывает, что на данном участке ничего не изменилось.

На рис. 4 показан шаблон, указывающий, что светофор находится в точке D. Если же светофор находится в точках С или Е, то шаблон остается тем же, только происходит смещение относительно этих точек.

Шаблон на рис. 5 показывает, что в пунктах А и F расположены светофоры. Это означает разгон из пункта А и остановку в пункте F.

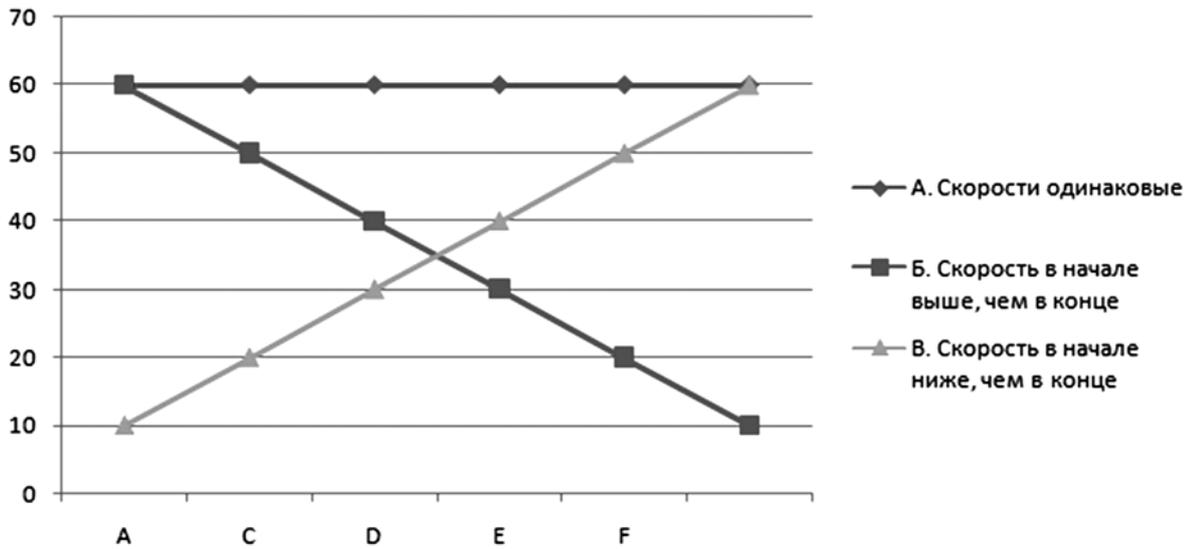


Рис. 2. Тривиальные случаи дорожных ситуаций

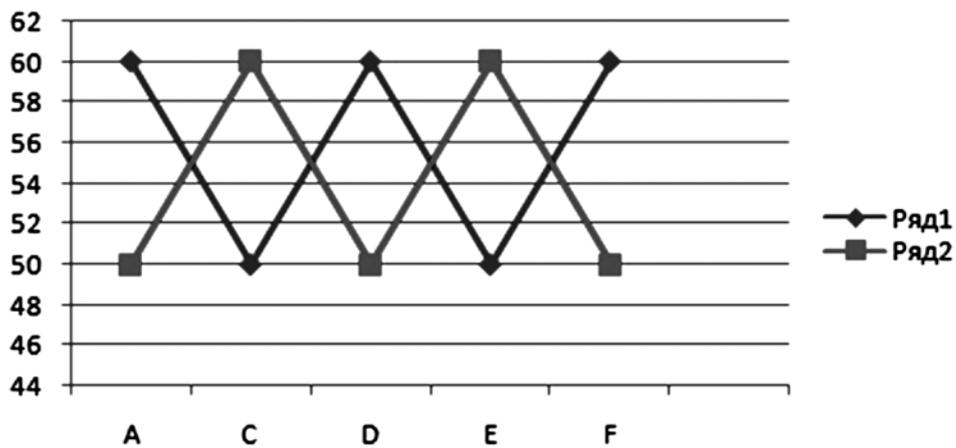


Рис. 3. Движение по «проблемному» участку

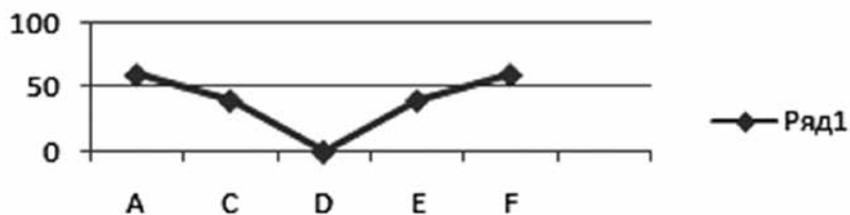


Рис. 4. В точке D — светофор

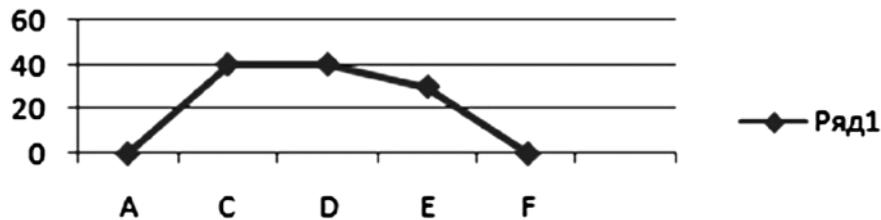


Рис. 5. Участок между двумя светофорами

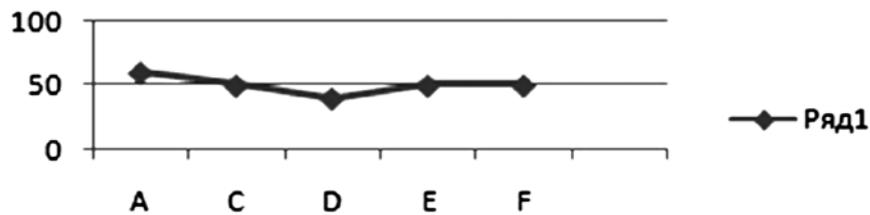


Рис. 6. Шаблон обнаружения ДТП

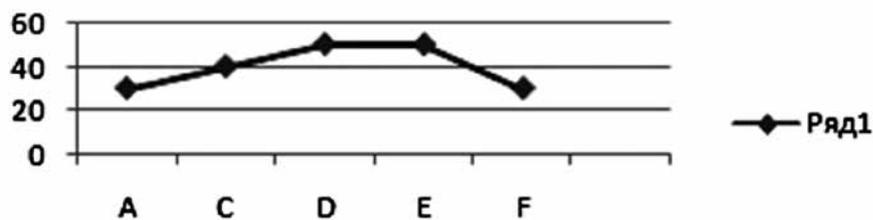


Рис. 7. Шаблон, указывающий место между двумя ДТП

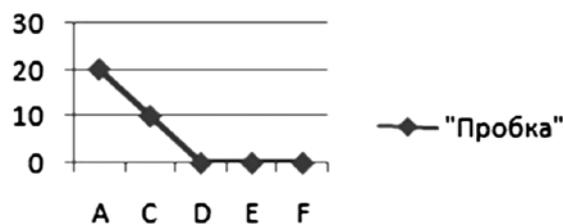


Рис. 8. Шаблон «Пробка»

На рис. 6 показан шаблон, по которому можно однозначно локализовать проблемный участок. Основные характеристики — сброс скорости до проблемного места с последующим разгоном.

Если участок между двумя ДТП (рис. 7), то для него будет характерен разгон от одного ДТП и сброс скорости до другого. А между

разгоном и сбросом скорости возможно движение с постоянной скоростью — все зависит от количества машин на дороге.

Данный шаблон движения (рис. 8) характеризуется периодическим торможением и длительной стоянкой транспортных средств. При этом скорость движения после остановки может набираться постепенно до оп-

тимальной (это характерно при перекрытии движения) или же остаться на отметке значительно меньшей, чем могла бы быть (это характерно для затруднительного движения, когда транспортные средства останавливаются на длительное время, а потом начинают движение с очень низкой скоростью).

Если дорога слишком длинная или на ней очень много состояний, то её необходимо делить на участки.

Каждому шаблону соответствует цена. Цена дороги состоит из суммы цен шаблонов движения всех участков этой дороги. Чем цена выше, тем ситуация хуже. Так как дорожная ситуация меняется, то и шаблоны участков дороги будут меняться и, как следствие, будет меняться цена дороги.

### **Историзм**

При работе алгоритма также используется понятие историзма. Это означает возможность определения состояния дорожного трафика за любой период времени и позволяет строить прогнозы в ближайшем будущем, анализируя текущие и предыдущие показания.

Например, если в течение продолжительного времени скорость на дороге уменьшается, то скорее всего это означает, что на дороге скоро может образоваться пробка.

Если дорога состоит из нескольких полос, то необходимо рассматривать каждую полосу этой дороги отдельно. Все остальное остается неизменным.

### **Получение информации**

Одним из новшеств представленного алгоритма является метод получения информации о дороге. Суть данного метода заключается в построении информационной очереди. Это значит, что более важная информация будет обрабатываться быстрее. Для этого используется историзм, т. е. полученная информация сравнивается с предыдущей, и если есть значительная разница в данных, то тогда время получения информации в данном месте изменяется (увеличивается или уменьшается). Если же изменений нет, то тогда время остается неизменным. Благодаря такому ранжированию наиболее важная информация будет быстрее доводиться до пользователей.

### **Результат**

В процессе исследования были получены следующие результаты:

1. Разработаны унифицированные новые методы определения состояния — шаблоны движения. Использование шаблонов позволяет сократить время обработки информации, т. к. большая часть логики обработки информации заложена в этих шаблонах. Алгоритму лишь надо принять информацию и сравнить её с шаблонами. Использование шаблонов также позволяет однозначно локализовать проблемный участок и идентифицировать характер проблемы.

2. Скорость обработки важной информации выше, чем у похожих продуктов. Данный результат достигается благодаря ранжированию информации. В результате информация обрабатывается динамически через разные интервалы времени, в зависимости от её важности (ранга). Благодаря этому происходит оперативное реагирование на дорожную обстановку.

3. Разработанные методы и алгоритмы не зависят от пользователей. Количество пользователей не влияет на достоверность информации. Это влияет лишь на ранг информации. Если на дороге мало пользователей, то информация, полученная с этой дороги, будет обрабатываться с меньшей частотой, в отличие от дороги, где пользователей больше.

4. Использование данных методов и алгоритмов возможно как на однополосной дороге, так и на многополосной.

### **Заключение**

В данной статье показаны новые методы и алгоритмы мониторинга дорожного трафика улично-дорожной сети города. Использование данной работы позволяет оперативно реагировать на динамичную дорожную обстановку и уделять больше внимания тем дорогам, где информация необходимее всего — то есть тех, где наиболее активно движение.

### **Литература**

1. *Ширин В. В.* Повышение пропускной способности улично-дорожной сети города. // Вестник ХНАДУ. — 2010. — Вып. 50. — С. 40–47.

2. Кобзарь Е. В., Полетайкин А. Н., Шира Г. В. Концепция автоматизированной системы управления дорожным движением на участке улично-дорожной сети. // Автомобильный транспорт. — 2011. — Вып. 28. — С. 91–96.

3. Аналитический центр [Электронный

ресурс] / Интернет-ресурс «Яндекс.Пробки». — Режим доступа: <http://yaprobki.ru/>, свободный. — Загл. с экрана.

4. Булавина Л. В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов. — Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009.

Поступила в редакцию

12 мая 2013 г.



**Кирилл Сергеевич Саломатин** — ассистент Московского Авиационного Института (Национального Исследовательского Университета).

**Kirill Sergeyevich Salomatina** — assistant lecturer at the Moscow Aviation Institute (National Research University).

125993, Москва, Волоколамское ш., 4, А-80, ГСП-3, МАИ  
4 Volokolamskoye rd., A-80, GSP-3, MAI, 125993, Moscow, Russia  
Тел.: +7 (499) 158-46-47, +7 (916) 838-52-32; e-mail: salomatina.kirill@gmail.com

---

---

### Открыт прием заявок на создание центров прорывных исследований в области информационных технологий

Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации объявляет о начале приема заявок на участие в пилотном проекте по созданию и развитию центров прорывных исследований в области информационных технологий.

Для участия в проекте заинтересованным научным организациям и вузам необходимо направить в адрес Минобрнауки России стратегическую программу развития ИТ-центра. Форма, содержащая требования к структуре и содержанию программ, доступна по следующей ссылке: [http://minsvyaz.ru/ru/doc/?id\\_4=977](http://minsvyaz.ru/ru/doc/?id_4=977).

---

---