

Определение цикла расчета альтернативных маршрутов при динамическом перераспределении транспортных потоков

А. А. Феофилова

Результаты анализа стратегий по предотвращению заторовых ситуаций, показывают, что наряду с конструктивными изменениями улично-дорожной сети, особое место занимают мероприятия, связанные с эффективностью использования существующей дорожной сети, во многом, определяющейся наличием и функционированием интеллектуальной транспортной системы города. Эффективность оперативного управления движением может достигать 61% на локальных участках сети и 47% - в масштабах всего города. Стоит отметить, что до 38% эффективности оперативного управления движением дают системы, направленные на детектирование и предупреждение источников заторовых ситуаций (дорожно-транспортные происшествия, погодные условия, массовые и особые мероприятия, дорожные работы и т.д.). Конструктивные изменения улично-дорожной сети (расширение проезжей части, ликвидация «узких» мест, строительство новых автомобильных дорог) нуждаются в длительном сроке их реализации и являются, сравнительно, временным способом разгрузки улично-дорожной сети. [1] Поэтому, весьма актуальным является вопрос о динамическом направлении транспортных потоков с загруженных участков дорожной сети на альтернативны маршруты. Алгоритм выбора маршрута движения определяет, каким образом потоки распределяются по возможным маршрутам в сети в зависимости от времени поездки на каждом шаге моделирования.[2]

Одной из важнейших задач, решаемых при перенаправлении транспортных потоков в режиме он-лайн, является определение цикла перерасчета Δt набора подходящих маршрутов. [3, 4] Для исследования изменения состояний дорожного движения при развитии ситуации в условиях калибровки Δt , использовалось микромоделирование. В программе

AIMSUN. была проведена серия экспериментов на дорожной сети, имеющей 3 маршрута: R1 – исходный маршрут, на котором имитировался инцидент, R2 и R3 - два альтернативных маршрута, с различной «стоимостью» их прохождения. Общая протяженность моделируемой сети составляет 5 км, интенсивность входящего потока – 2000 авт/ч. В результате проведенных экспериментов (рис. 2), мы установили, что при $\Delta t \leq 2 \text{ ÷ } 5$ мин. снижение загрузки исходного маршрута происходит скорее, но подобные действия могут привести к излишней перегруженности альтернативного маршрута R2, выявляя на нем уровень D, а в условиях высокой интенсивности дорожного движения, - уровень E. При достижении $\Delta t \geq 10 \text{ ÷ } 15$ мин., мы не отметили увеличение уровня обслуживания исходного маршрута, детектируя на нем значения F. Оптимальное распределение транспортных средств по сети происходит при $\Delta t \in [3; 5] \text{ ÷ } 6, 7$ мин.

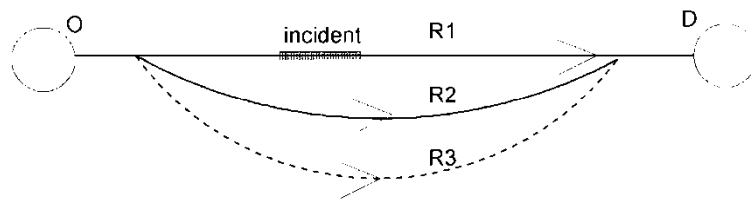


Рис. 1 – Схема маршрутов движения в моделируемой дорожной сети

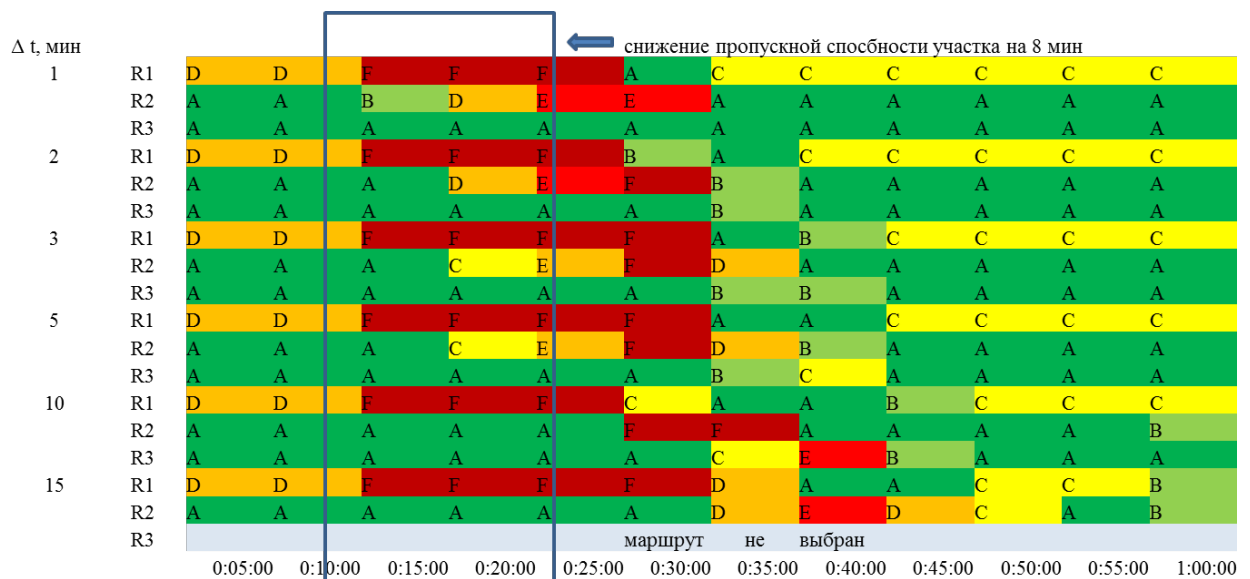


Рис. 2 – Изменение уровня обслуживания маршрутов в зависимости от цикла расчета альтернативных маршрутов

Из-за тривиальности рассматриваемой дорожной сети, мы предположили, что результаты могут нести эмпирический и точечный характер. В следствие чего, провели ряд экспериментов по моделированию дорожного движения на дорожной сети, общей протяженностью 90 км и объемов движения транспорта 16 тыс. авт/ч. Для определения эффективности того или иного решения, принятого в отношении управления транспортными потоками, в частности их динамического перенаправления, будет правильным оценивать несколько вариантов развития дорожной ситуации. На основе изучения моделей поведения водителей при выборе маршрута движения, предлагается следующая классификация сценариев: 1) Водитель выберет альтернативный маршрут, 2) Водитель, вероятно, выберет альтернативный маршрут, 3) Водитель, вероятно, не выберет альтернативный маршрут. [4, 8] Критерием оценки функционирования рассматриваемой модели послужило значение среднего времени поездки транспортных средств в сети [9, 10]. Период моделирования составил 2 часа, период устранения последствий инцидента – 45 мин. Результаты проведенных экспериментов показали, что при назначении $\Delta t \in [5;10]$ наблюдается снижение времени передвижения транспортных средств.

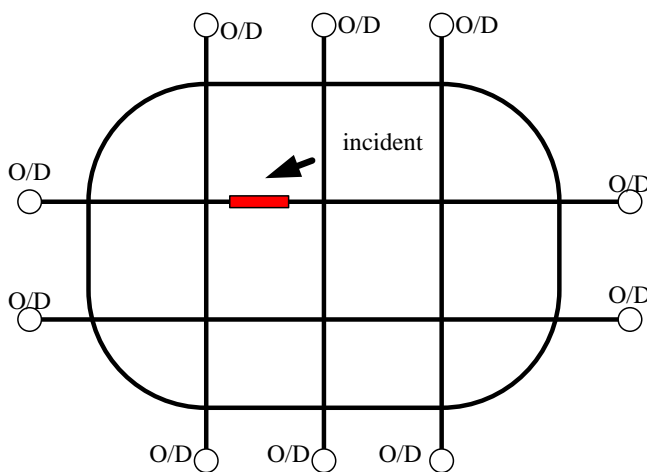


Рис. 3 – Схема маршрутов движения в моделируемой дорожной сети

Сравнивая результаты проведенных экспериментов по определению цикла перерасчета набора альтернативных маршрутов при динамическом перераспределении транспортных потоков, можно сделать вывод, что

конкретное значение Δt определяется геометрическими характеристиками рассматриваемой дорожной сети и интенсивностью движения на ее участках.

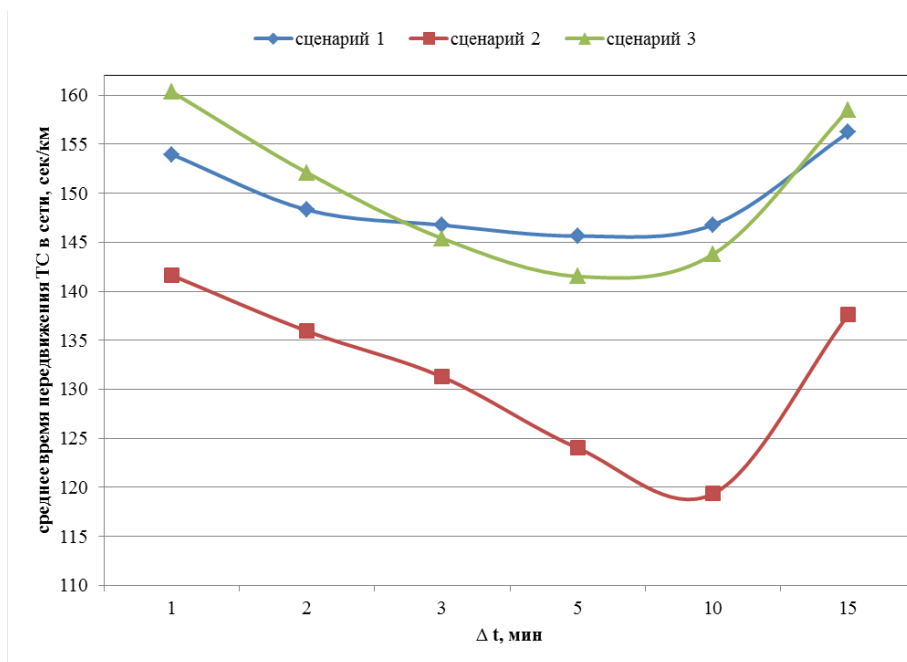


Рис. 4 – Изменение среднего времени поездки транспортных средств в сети

При $\Delta t \rightarrow \min$, вследствие увеличения реакции имитационной модели, среднее время передвижения транспортных средств в сети уменьшится. Однако, слишком короткий цикл перерасчета маршрутов может привести, с одной стороны, к росту затрат ресурсов программного обеспечения, что в критический момент явится причиной невыполнения перенаправления транспортных потоков, а с другой стороны – к перегруженности участников движения рекомендациями о смене маршрута. Слишком длинный цикл Δt не обеспечит своевременного достижения цели динамического распределения – снижения уровня загрузки участков улично-дорожной сети. Рекомендуемое значение Δt для разветвленных дорожных сетей с высокой интенсивностью движения составляет около 10 минут.

Литература

1. Todd Litman “Generated Traffic; Implications for Transport Planning,” *ITE Journal*, Vol. 71, No. 4, Institute of Transport. Engineers (www.ite.org), April (2001), pp. 38-47; at www.vtpi.org/gentraf.pdf

2. Зырянов В. В., Барсело Х., Феофилова А. А. Моделирование динамической маршрутизации транспортных потоков на улично-дорожной сети городов, V Юбилейный Московский международный Конгресс по интеллектуальным транспортным системам, Москва, Россия, 2013
3. Зырянов В. В. Применение микромоделирования для прогнозирования развития транспортной инфраструктуры и управления дорожным движением //Дороги России XXI века//М. - №3, 2009. - с. 37- 40
4. J. Barcelo and J. Casas Stochastic heuristic dynamic assignment based on AIMSUN microscopic traffic simulator. – 85th Transportation Research Board 2006 Annual Meeting, July 2005
5. Зырянов В. В., Криволапова О. Ю. Моделирование и анализ спроса на объекты совершенствования транспортной сети [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 1). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y2012/1082> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз.рус.
6. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000. –1134 p.
7. Skycomp, Inc., Columbia, Maryland, in association with Olsson Associates Traffic Quality on the MAG Regional Freeway System, 2011. – 102p.
8. Strickland, Sheldon G, and W. Berman. “Congestion Control and Demand Management.” *Public Roads On-Line*, Winter 1995 (www.tfhr.gov/pubrds/winter95/p95wi1.htm).
9. Зырянов В. В. Моделирование при транспортном обслуживании мега-событий [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2011, №4. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/709> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз.рус.
10. Nayan S. Amin, Virginia A. Sapkota, Cody T. “Christensen Congestion mitigation resources and strategies for Arizona’s state highway system Volume I: Research Goals, Activities and Conclusions”, October 2002 (http://mpd.azdot.gov/tpd/atrc/publications/project_reports/pdf/az542_v1.pdf)