

- производства РЭС: сб. матер. IV Междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 25–26 мая 2006 г.: в 2 т. – Новополоцк: ПГУ, 2006. – Т. 2. – С. 210–214.
13. Dondelowski, H. Jakościowy dobór składników kompozytu betonowego / H. Dondelowski, M. Januszewski // *Beton cementowe. Zagadnienia wybrane.* – Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. – 2008. – P. 85–88.
14. Холлендер, М. Непараметрические методы статистики / М. Холлендер, Д. Вулф. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 518 с.
15. Дереченник, С.С. Закономерности топологической неупорядоченности в плоских сечениях и объемах дисперсных систем / С.С. Разумейчик, В.С. Разумейчик, В.В. Тур // *Вестник БрГТУ.* – 2005. – №2(32): Строительство и архитектура. – С. 18–25.

Материал поступил в редакцию 13.01.16

DIVINETS A.A., DERECHENNIK S.S., RAZUMEICHYK V.S. Choice of the probabilities distribution law for a model dispersity description of the concrete composition aggregate

The analysis of the known models describing size (granulometric) composition of the polydisperse phases obtained by crushing solids is carried out. Weibull distribution is found by means of statistical hypothesis testing to have good agreement with the experimental data of particles sizes for the concrete composition coarse and fine aggregates. This distribution is recommended as a priority one in case of to the multi-level structural and geometrical modeling cement systems.

УДК 656.13.05

Шуть В.Н., Талатай С.В., Анфилец С.В., Согоян А.Л., Кардаш Н.Н.

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМ ПЕРЕКРЕСТКОМ

Введение. Основным инструментом управления транспортными потоками в улично-дорожной сети (УДС) города на настоящий момент являются светофоры. Светофоры, как средство управления транспортным движением на перекрестках, используются уже на протяжении столетия без принципиальных изменений, в то время как растущее число АТС (автотранспортное средство) создает дорожные заторы. Известно, что главными точками торможения и переполнения улиц АТС являются светофорные перекрестки. Светофоры настроены жестким, последовательным внутренним алгоритмом, никак не связанным с транспортным потоком, многократно изменяющимся в течение суток. На начальных этапах внедрения светофоров в УДС (в условиях незначительных транспортных потоков) не предполагалась задача оптимизации эффективного разъезда транспорта на перекрестке. Назначением светофорного объекта (СФО), его целевой функцией долгое время оставалось обеспечение бесконфликтного разъезда АТС.

Следующим шагом улучшения светофорного регулирования (СФР) стало внедрение многопрограммного управления перекрестком [1]. Так, если определена статистическая зависимость транспортного потока от времени на подходах к перекрестку, то для определенных (характерных) интервалов времени можно предварительно рассчитать соответствующие программы СФР, которые выбираются автоматически в зависимости от времен суток. Многопрограммное СФР следует рассматривать как очередной шаг на пути усовершенствования режимов СФР.

Очевидно, что при управлении в жестком режиме нестационарность движения принципиально не может отражаться на управляющих действиях. Реальные изменения интенсивности движения требуют соответствующей трансформации длительности фаз и циклов регулирования. При этом параметры управления должны учитывать не только суточные изменения транспортного потока, но и случайные колебания за короткий промежуток времени, совместимые с циклом СФР. Это становится возможным только при употреблении принципа гибкого (адаптивного) регулирования, в основание которого положена обрат-

ная связь с транспортным потоком [2–4]. Такое управление реализуется с помощью детекторов транспорта, которые обеспечивают автоматический мониторинг характеристик транспортного потока (интенсивности, плотности, интервалов движения и т.д.). При этом параметры регулирования (длительность цикла и фаз регулирования, их очередность) автоматически рассчитываются на базе информации по реальным изменениям характеристик уличного движения. При таком подходе система становится замкнутой, отпадает необходимость в предварительном статистическом анализе объекта, что значительно упрощает процесс управления на перекрестках.

Таким образом, основным недостатком жесткого программного регулирования является отсутствие обратной связи с транспортным потоком, что приводит к целому ряду недостатков, в результате чего увеличиваются потери всех видов, включая и социальные. Практически, каждому водителю часто приходилось останавливаться перед КС (красным сигналом) светофора, в то время как на пересекаемой улице не было ни транспорта, ни пешеходов. Часто такие ситуации провоцируют нарушение Правил, что приводит к социальным потерям, а нередко – и к аварийным.

Адаптивное регулирование в некоторой степени уменьшает эти потери. Оно заключается в том, что продолжительность светофорного цикла (СФЦ) или отдельных его фаз изменяется в определенных пределах в зависимости от транспортной нагрузки. Такое регулирование возможно при наличии обратной связи, реализуемой с помощью детекторов транспорта [5], дающих информацию о некоторых параметрах ТП.

1. Недостаточность механизмов управления транспортными потоками. Под управлением транспортными потоками или управлением движением понимается организация потоков транспортных средств (трафика движения) в выделенном пространстве движения с целью обеспечения безопасности движения, с одной стороны, и оптимизации использования пространства движения, с другой сто-

Шуть Василий Николаевич, к.т.н., доцент кафедры «Интеллектуальные информационные технологии» Брестского государственного технического университета

Анфилец Сергей Викторович, старший преподаватель кафедры «Интеллектуальные информационные технологии» Брестского государственного технического университета.

Согоян Алексей Леонович, аспирант кафедры «Интеллектуальные информационные технологии» Брестского государственного технического университета.

Кардаш Николай Николаевич, аспирант кафедры «Интеллектуальные информационные технологии» Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Талатай Сергей Валерьевич, начальник УГАИ УВД Брестского облисполкома.

роны. Движение АТС осуществляется и регламентируется набором правил дорожного движения. Объектом управления является транспортный поток. Исполнительные механизмы, воздействующие на объект управления, – это светофоры.

Методы управления транспортными потоками обеспечивают непосредственное влияние на транспортные потоки с целью оптимизации их параметров. Данные методы направлены на разделение транспортных потоков во времени и пространстве, формирования однородных по составу транспортных потоков, оптимизации скоростного режима, обеспечения приоритета движения городского пассажирского транспорта. К наиболее эффективным относятся различные методы локального, магистрального и сетевого управления [6] сигналами светофоров. Методы управления транспортными потоками уже много лет широко используются в практике организации дорожного движения.

Природа транспортного потока носит вероятностный характер. Общее желание организаторов движения – иметь управляемую систему. После того как стало понятно, что ключевыми технологиями в управлении чем бы то ни было являются информационные технологии, сама сфера организации движения на сегодняшний момент наиболее активно развивается под флагом информационных технологий. Тут важно заметить, что использование информационных технологий необходимо рассматривать уже на "статических" этапах организации движения (например, предписывая использование тех или иных стандартов на бортовую аппаратуру и аппаратуру инфраструктурного обеспечения пространства движения).

Укажем несколько причин суточной нестабильности плана координации. Это различное число N_i автомобилей, заполняющих улично-дорожную сеть города в i -й день (недели, месяца). От плотности заполнения автомобилями улично-дорожной сети города зависит скорость движения, согласно основному закону транспортной теории (выше плотность – ниже скорость) [7], а, следовательно, отсюда идет нарушение плана координации.

Актуальной задачей является снижение нагрузки, количества пробок за счет эффективного регулирования потоками автомобилей на перекрестках. Качественное регулирование позволяет решать ряд проблем: сокращение времени простоя автомобилей на перекрестке; уменьшение расхода топлива автомобилями; уменьшение износа механических частей автомобиля; сокращение вредных выбросов в окружающую среду, особенно в пиковые периоды.

Многие из поставленных задач можно решить благодаря широкому внедрению информационных технологий в управление движением АТС. И следует отметить, что делается в этом направлении очень мало. Общество, и в частности органы городского управления считают, что потери в дорожном движении (колоссальные) неизбежны. Хотя это не так, и есть возможность эти потери значительно сократить.

2. Анализ сложного перекрёстка и его графы. Перекрёсток в УДС является конфликтной зоной. Светофорное регулирование предназначено для поочерёдного пропускания конфликтующих участников дорожного движения (ДД). Так, на рис. 1 число конфликтующих участников ДД равно 16, то есть по числу транспортно-пешеходных потоков. Здесь имеем:

- четыре пешеходных потока $X_p = \{X_{п1}, X_{п5}, X_{п9}, X_{п13}\}$;
- четыре транзитных транспортных потока $X_{тт} = \{X_{тт3}, X_{тт7}, X_{тт11}, X_{тт15}\}$;
- четыре правоповоротных транспортных потока $X_{тп} = \{X_{тп2}, X_{тп6}, X_{тп10}, X_{тп14}\}$;
- четыре левоповоротных транспортных потока $X_{тл} = \{X_{тл4}, X_{тл8}, X_{тл12}, X_{тл16}\}$.

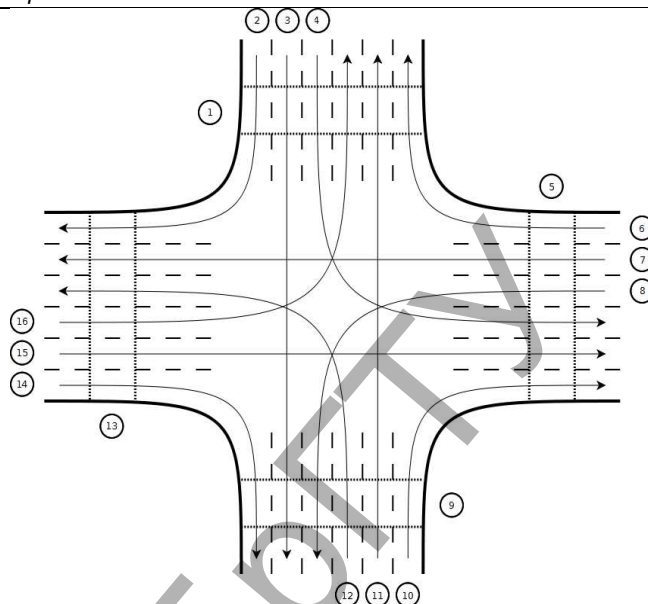


Рис. 1. Транспортные и пешеходные потоки перекрестка

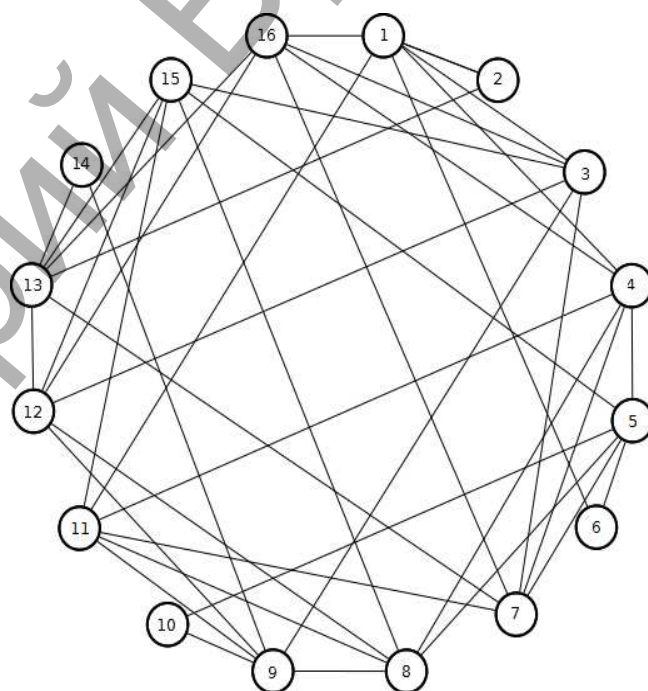


Рис. 2. Граф пешеходно-транспортных потоков

Переменная X означает число пешеходов либо транспортных единиц на конкретном направлении движения перекрестка. Построим граф перекрёстка или граф пешеходно-транспортных потоков (рис. 2). Вершины графа соответствуют транспортным потокам. Две вершины графа соединены ребром, если соответствующие траектории движения этих потоков в зоне перекрёстка имеют точки пересечения (конфликтные точки) [8].

Вынесение пешеходных потоков из зоны перекрёстка путём обустройства подземных переходов позволяет упростить граф пешеходно-транспортных потоков, резко сократить число конфликтных точек (рис. 3).

