

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ**

**М.В. Кузин**

Приведено описание программного обеспечения для имитационного моделирования транспортных потоков в городах. Описаны основные возможности и преимущества использования программного обеспечения.

Развитие автомобильной промышленности приводит к появлению плотных транспортных потоков (ТП) на городских магистралях, усложнению организации дорожного движения и повышению негативных последствий - аварийности, стоимости перевозок, повышения загрязнения окружающей среды, шума.

До определенной степени загрузки главных и второстепенных магистралей автомобили и пешеходы движутся через перекрестки без значительных задержек (происходит саморегулирование). С ростом интенсивности движения по главным магистралям время ожидания на пересекающих направлениях быстро возрастает, на перекрестках возникают конфликтные и аварийные ситуации. Появляется необходимость управления транспортными и пешеходными потоками. Управление реализуется с помощью средств сигнализации и автоматизации как на отдельных элементах дороги (перекресток, перегон и др.), так и для улично-дорожной сети (УДС) города в целом.

Светофорная сигнализация является главной формой воздействия на участников движения.

При средней и высокой интенсивности движения и небольших расстояниях между перекрестками (до 500-700 метров) образуется групповая форма движения [1]. Она обусловлена чередованием фаз светофорной сигнализации. Перекрестки становятся взаимозависимыми по управлению, при этом возникает необходимость в координации сигналов путем максимального использования периодического, группового характера транспортного потока.

Координированное управление формирует случайно возникающие группы транспортных средств (ТС) в динамически однородные группы автомобилей.

Координационное управление движением транспортных потоков в городах является наиболее эффективным и доступным методом организации движения

с точки зрения его алгоритмической и технической реализации. Появление технических средств организации дорожного движения нового поколения на микропроцессорной элементной базе дает возможность решать задачи управления движением не только по заранее рассчитанным программам координации [2], но и в режиме реального времени, что более эффективно.

Применение имитационного моделирования позволяет провести модельный эксперимент и настройку управляющих параметров программы координации (ПК).

Предложенное программное обеспечение, использующее имитационную модель группового движения ТС, предназначено для определения оптимальных параметров координированного управления. Моделирование движения производится в произвольно заданной транспортной сети города. Транспортная сеть представляется в виде направленного графа (рисунок 1), дугами которого являются перегоны (направления), а в узлах находятся перекрестки со светофорными устройствами.

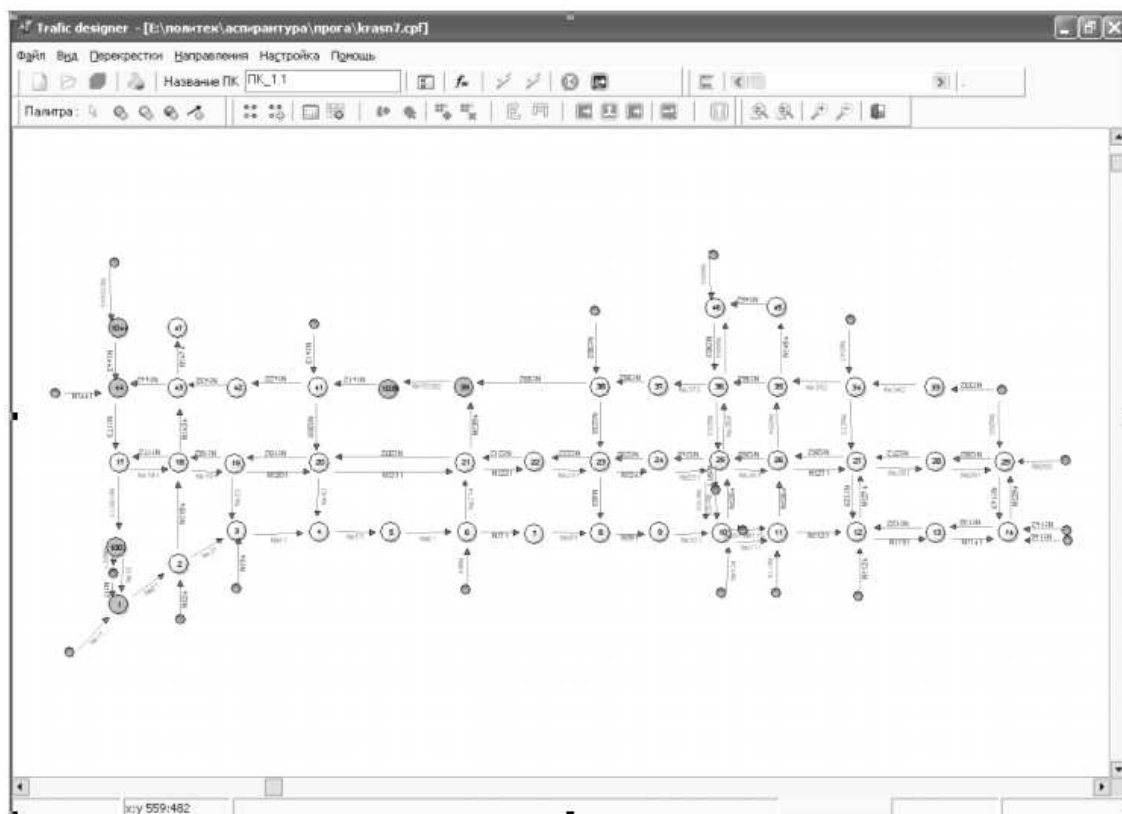


Рис. 1. Схема транспортной сети

Программа позволяет пользователю строить граф дорожной сети, содержащий следующие элементы:

Перекресток. Обладает рядом свойств, основные из них — это количество фаз, длительности фаз, смещение первой фазы и т.д.

Внешний перекресток. Не участвует в моделировании, необходим для указа-

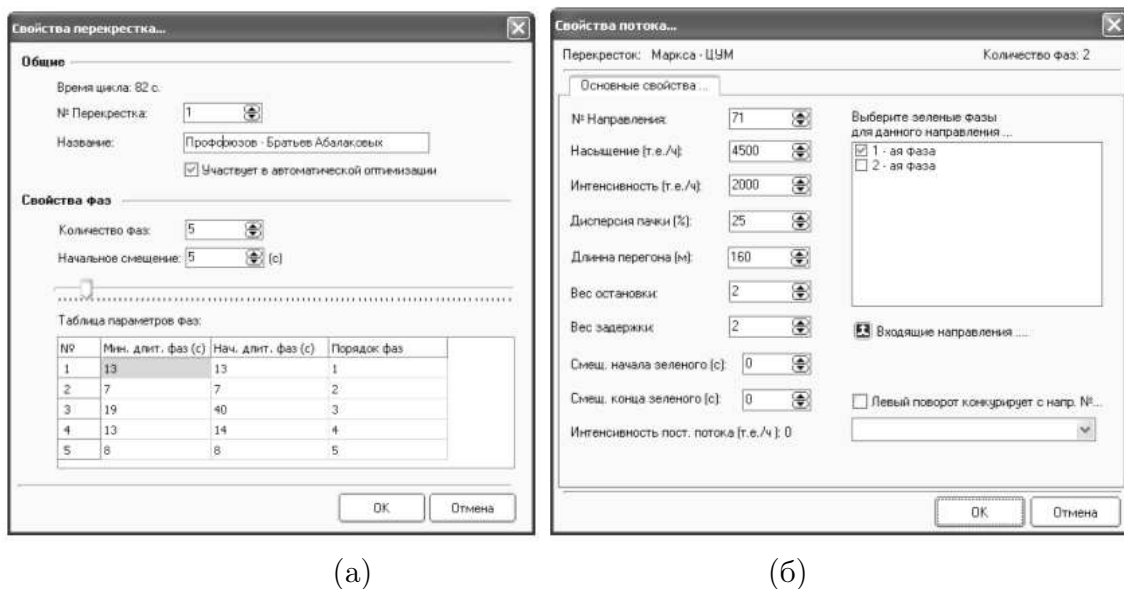
ния входящих в сеть направлений. На всех входящих направлениях интенсивность – постоянная во времени величина.

Дополнительная точка. Необходима для имитации таких элементов УДС, как сужение проезжей части, нерегулируемое слияние ТП, разделение потока между двумя соседними перекрестками на составляющие.

Направление. Связывает между собой перекрестки, основные свойства – это интенсивность, максимальная пропускная способность или поток насыщения [1], среднее время проезда, длина и т.д.

Каждый элемент сети представлен в программе отдельным классом, обладающим своими уникальными атрибутами и методами.

Задание свойств, для каждого из элементов сети, производится в режиме диалога. На рисунке 2 изображены формы ввода параметров для перекрестка и направления.



(а)

(б)

Рис. 2. Формы ввода параметров (а) – перекрестка, (б) – направления

Для перекрестка пользователь задает такие параметры, как номер, название, количество фаз, начальное смещение фаз, длительности и минимальные длительности фаз. В сети может быть задано несколько групп перекрестков, для которых смещение фаз относительно друг друга будет постоянным.

Для направления задаются: номер, поток насыщения, интенсивность, длина перегона, время смещения начала и конца зеленого света для сложных промтактов [1], номера разрешающих фаз для данного направления, тип направления (обычное или просачивающееся).

Образование плотных групп ТС моделируется следующим образом. Поток на всех входящих в сеть направлениях считается Пуассоновским, а его интенсивность постоянной (рисунок 3а график 1). На стоп-линии перекрестка входящий поток уплотняется за счет ТС, пришедших на запрещающий сигнал. В момент включения разрешающего сигнала очередь разгружается с интенсивно-

стью, равной потоку насыщения, а после разгрузки всей очереди автомобили проходят свободно (рисунок 3а график 2) [2].

Группа автомобилей, двигаясь от одной стоп линии к другой, постоянно распадается с определенной скоростью, зависящей от среднего времени проезда [1]. В итоге на следующей стоп-линии получаем поток следующего вида (см. рисунок 3б график 1).

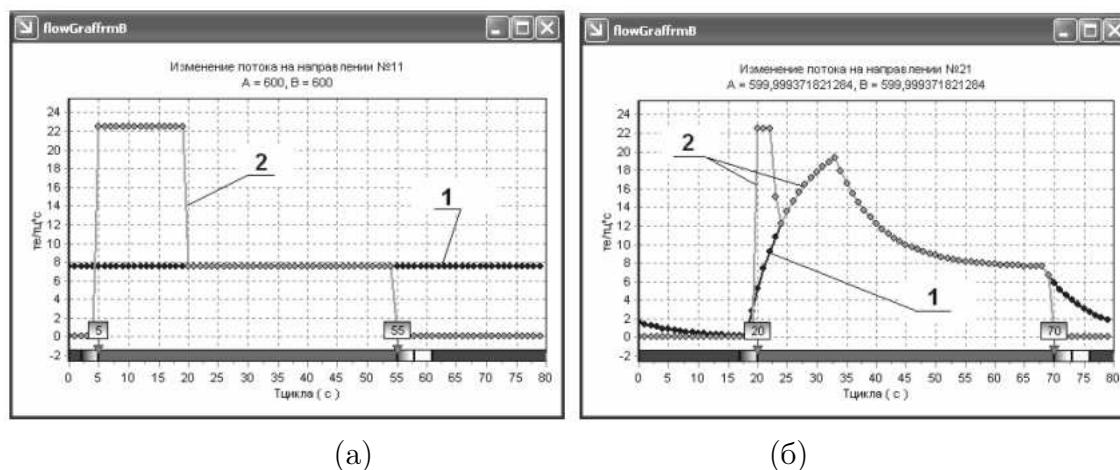


Рис. 3. Изменение потока ТС на направлениях: (а) – входящий поток; (б) – обычный поток

Изменяя сдвиги начала фаз на соседних перекрестках относительно друг друга, программа стремится пропустить плотные группы ТС на разрешающий сигнал светофора. Тем самым минимизировать задержки ТС и длины очередей, возникающих на пересечениях.

Важной особенностью данной программы является то, что в ней, в отличие от других подобных программ [3, 4], учитываются особенности разгрузки левоповоротных конкурирующих направлений, а также задержки ТС и уплотнения потока, возникающие на перегоне при сужении проезжей части.

В данной программе имеется возможность создавать произвольное число маршрутов движения. Под маршрутом движения понимается совокупность связанных между собой направлений движения. Как правило, в УДС города существуют такие совокупности направлений, движение по которым наиболее интенсивно в определенное время, например, в центр города в утренние часы пик и из центра в районы в вечерние [1]. На рисунке 4 изображено окно отображения диаграммы переключений светофоров для направлений маршрута в координатах время-путь. Также на представленной диаграмме могут отображаться прямая и обратная лента времени безостановочного проезда [2], время проезда выбранного автомобиля по маршруту в прямом и обратном направлении.

Каждому маршруту присваивается весовой коэффициент, обозначающий важность этого маршрута. В программе разработана процедура, оптимизирующая время проезда по заданному маршруту с учетом его важности.

Таким образом, программа позволяет определить оптимальные параметры управления для автоматической системы координированного управления транспортными потоками.

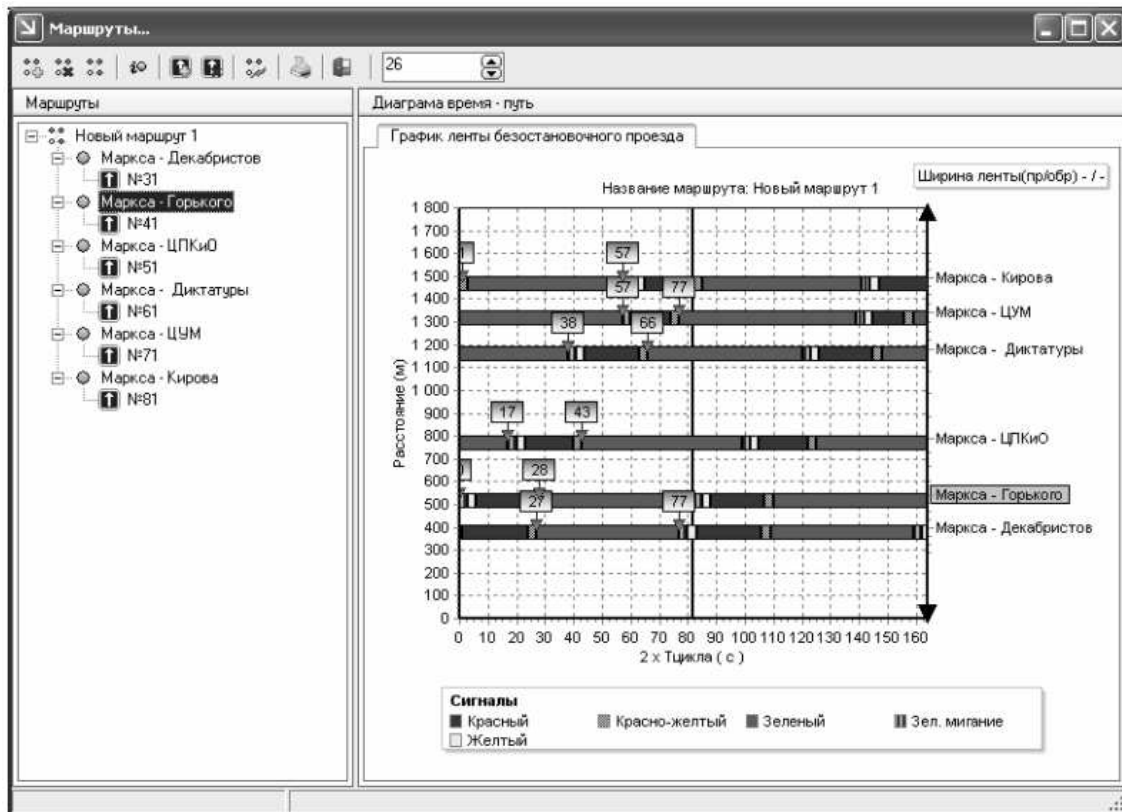


Рис. 4. Диаграмма переключений светофоров в координатах время-путь на заданном маршруте движения

Разработанная программа может служить рабочим инструментом для технологов, обучающей средой, демонстрирующей основные принципы координированного управления дорожным движением, для студентов соответствующих специальностей, а также средством по дальнейшему исследованию транспортных потоков в городах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.В. Управление движением транспортных потоков в городах: Монография. Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. 92 с.
2. Капитанов В.Т., Хилажев Е.Б. Управление транспортными потоками в городах. М.: Транспорт, 1985. 94 с.
3. Robertson D.I. The TRANSYT method of coordinating traffic signals // Traffic Eng. + Contr. 1997. V. 38, N. 2. P. 76–77.
4. Brown G.T., Vincent R.A. Street-wise scoot moves traffic that other systems can't reach // Surveyor. 1986. N. 4875. P. 8–9.