

# ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНА КООРДИНАЦИИ ПО МАГИСТРАЛИ

Е. А. Качаловская, М. Ю. Буц

Учреждение образования «Брестский государственный  
технический университет», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Н. Шуть

В последнее время количество автотранспорта в городах значительно увеличилось практически при той же имеющейся организации движения и транспортных магистралей. «Пробки» на основных городских магистралях – уже обычное дело. Между тем оптимальное регулирование транспортных потоков [1]–[5] на улицах города может привести к увеличению пропускной способности существующих магистралей на 20–25 %. Используется два основных подхода к решению поставленной проблемы:

– внедрение адаптивного интеллектуального регулирования, при котором светофор сам выбирает режим переключения в зависимости от количества машин на перекрестке [6]–[11];

– внедрение координированного регулирования [12]–[15].

Целью настоящей работы является рассмотрение вопроса, связанного с влиянием соотношений длин перегонов (звеньев) магистрали на возможность построения удовлетворительного плана координации.

**Математическая модель объекта.** Объектом исследования является городская магистраль длиной  $L$ , начинающаяся с  $T$ -образного перекрестка и оканчивающаяся также  $T$ -образным перекрестком [12]. Это центральная улица города с наиболее интенсивным движением автотранспорта. Магистраль состоит из  $n + 1$  перекрестков, где нулевой и  $n$ -й перекрестки являются начальными и конечными пунктами магистрали (рис. 1). Каждый перекресток оборудован светофорным объектом (СФО), работающим по двухфазному циклу.

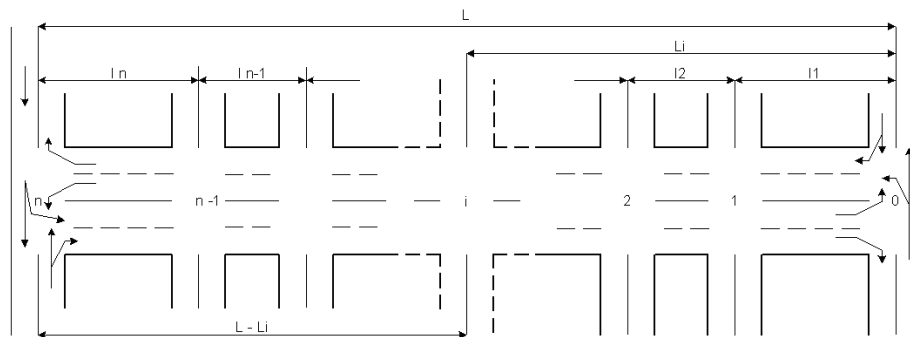


Рис. 1. Схема магистрали с  $n + 1$  перекрестком

Введем некоторые ограничения на модель:

1. Автомобили поступают в магистраль и съезжают с нее на  $T$ -образных перекрестках (концы магистрали) равночисленными пачками. Величина пачки (число автомобилей) регулируется длительностью зеленой фазы светофорного цикла.

2. Все автомобили в пачке движутся с равной скоростью  $v$ . Отсутствует эффект диффузии пачки, т. е. ее размывания.

3. Длительность светофорного цикла  $T_{\text{ц}}$ :  $T_{\text{ц}} = l_k / v$ .

4. Все светофорные объекты СФ00, СФ01, ..., СФ0 $n$  по магистрали работают с одной длительностью цикла.

5. Длина  $l_{\text{пач}}$ , формируемых на входах магистрали (СФ00, СФ0 $n$ ) пачек автомобилей, определяется как  $l_{\text{пач}} = vt_3$ , где  $t_3$  – время зеленого сигнала на входных в магистраль светофорах СФ00 и СФ0 $n$ .

**Расчет плана координации.** Основной задачей координированного регулирования является обеспечение безостановочного движения транспортных средств вдоль магистрали. Совокупность сдвига фаз, длительностей фаз и цикла регулирования для всех перекрестков, входящих в систему координированного регулирования, образуют программу или план координации. Один из параметров, а именно – длительность светофорного цикла  $T_{\text{ц}}$ , определен выше. Сдвиг фаз, а также длительности фаз на каждом светофорном объекте учитываются в случае, когда нет отрезка магистрали, которому кратны все остальные звенья магистрали.

Самое короткое звено магистрали  $l_k$ , которое является базисным (по нему была рассчитана длительность цикла  $T_{\text{ц}}$ ). Разделим его на десять равных частей. Обозначим дискрет длины  $\Delta l = l_k / 10$ . Ему соответствует вторичный (временной) дискрет  $\Delta t = T_{\text{ц}} / 10$ .

Выделим остаток от деления  $L_i$  на  $l_k$ :

$$L_i = pl_k + r_i, \quad (1)$$

где  $p$  – частное от деления на  $l_k$ ;  $r_i$  – остаток, расстояние меньше  $2l_k$ , т. е.  $0 < r_i < l_k$ .

Таким образом от правого конца магистрали отрезок  $l_k$  укладывается целое число раз. Остаток  $r_i$  показывает число дискретов времени  $\Delta t$ , на которое надо выполнить задержку включения зеленого сигнала на магистрали относительно начала включения на базовых светофорах в направлении движения справа налево (рис. 2).

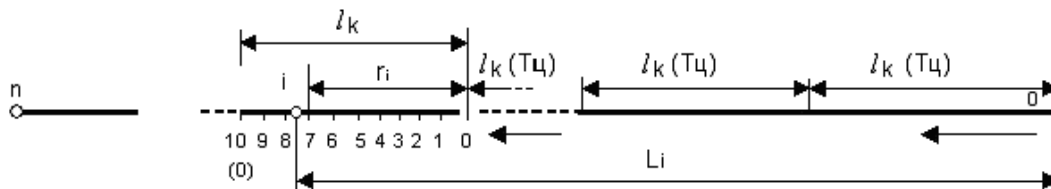


Рис. 2. Укладка справа налево отрезков  $l_k$  на магистраль и образование остатка  $r_i$

Аналогичная ситуация наблюдается и при встречном движении, т. е. от СФ0 $n$  и до СФ0 $i$ :  $L - L_i = ml_k + c_i$ .

**Заключение.** Объект управления транспортным потоком в улично-дорожной сети города имеет две стороны: детерминированную и стохастическую. Под стохастической понимается диффузия пачек и неопределенность числа автомобилей, поступающих с боковых направлений. В работе был предложен метод расчета координированного плана без учета стохастической составляющей. В дальнейших исследованиях на детерминированную модель будут наложены указанные стохастические факторы, что сделает модель более точной.

#### Литература

1. Анфилец, С. В. Анализ результатов моделирования транспортных потоков перед светофором / С. В. Анфилец, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-практ. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 111–112.
2. Оптимизация управления автотранспортом перед светофором в улично-дорожной сети города / В. Н. Шуть [и др.] // Вестн. БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2008. – № 5. – С. 110–112.
3. Шуть, В. Н. Функциональные зависимости в автотранспортном потоке и их характеристики / В. Н. Шуть // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения : межвуз. сб. науч. тр. – Хабаровск, 2008. – С. 84–91.
4. Касьяник, В. В. Видеодетектирование транспортных потоков / В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Восьмая междунар. науч.-практ. конф. : в 4 т. / БНТУ. – Минск, 2010. – Т. 3. – С. 110–111.
5. Сашко, А. Н. Оптимизация распределения автотранспортных потоков в пределах городской транспортной сети / А. Н. Сашко, В. Н. Шуть // Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем : материалы Второй междунар. науч.-практ. конф., Челябинск, 11 мая 2010 г. / ЮУрГУ ; под ред. О. Н. Ларина, Ю. В. Рождественского. – Челябинск, 2010. – С. 204–20.
6. Anfilets, S. Evaluating The Effectiveness Of The Adaptive Control System In Brest Region / S. Anfilets, V. Shut // International Congress Of Heavy Vehicles, Road Trains And Urban Transport. – Минск, 2010. – С. 222–226.
7. Шуть, В. Н. Адаптивное управление светофорным объектом / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Наука – образованию, производству, экономике : материалы Шестой междунар. конф. – Минск, 2008. – Т. 2. – С. 211–212.
8. Шуть, В. Н. Концепция интеллектуального светофора / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Вместе к эффективному дорожному движению : междунар. конференция / БНТУ. – Минск, 2008. – С. 234–238.
9. Шуть, В. Н. Опыт внедрения адаптивного светофора в г. Бресте / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния : материалы XVI междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 16–17 июня 2010 г.
10. Анфилец, С. В. Оценка эффективности светофорного регулирования на перекрестке при использовании адаптивного управления на основе нейросетевого прогнозирования транспортных потоков / С. В. Анфилец, В. В. Касьяник, В. Н. Шуть // Нейроинформатика-2011 : сб. науч. тр. XIII Всерос. науч.-техн. конф. : в 3 ч. / НИЯУ МИФИ. – М., 2010. – Ч. 1. – С. 51–53.
11. Шуть, В. Н. Адаптивная система управления автотранспортом на регулируемом перекрестке / В. Н. Шуть, С. В. Анфилец // Межвуз. сб. науч. работ / УГАТУ. – Уфа, 2011.
12. Шуть, В. Н. Детерминированная модель координированного регулирования движения автотранспорта на магистрали с Т-образными перекрестками / Вестн. БНТУ. – 2009. – № 4. – С. 45–48.
13. Исследование механизма распада координированной пачки автотранспортных средств при движении на перегоне магистральной улицы / Г. М. Кухаренок [и др.] // Вестн. БрГТУ. Физика, математика, информатика. – 2010. – № 5. – С. 63–68.
14. Шуть, В. Н. Детерминированная модель координированного регулирования движения автотранспорта на магистрали с Т-образными перекрестками / В. Н. Шуть // Вестн. БНТУ. – 2009. – № 4. – С. 45–48.