

УДК 656.13

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КООРДИНИРОВАННОГО СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

Ставицкая М.Ю., студент гр. ОДб-181, IV курс  
Зеленина К.К., студент гр. ОДб-181, IV курс  
Жданов В.Л., к.т.н., доцент кафедры автомобильных перевозок  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Резкий рост уровня автомобилизации в мегаполисах за последний период времени стал первопричиной увеличения загруженности при подъезде к перекресткам, что, в свою очередь, привело к частым невынужденным торможениям и остановкам автомобилей в потоке, к увеличению простоя транспорта и повышению уровня выброса отработавших газов.

Для достижения целевых показателей при реализации Национального проекта «Жильё и городская среда», а также Государственной программы «Доступная среда» перед организацией дорожного движения стоит приоритетная задача – повышение пропускной способности перекрестков, поскольку эффективность их работы определяет эффективность функционирования всей транспортной системы города [1]. В качестве одного из вариантов решения данной задачи стоит рассмотреть координированное управление транспортными потоками на городской улично-дорожной сети (УДС). Общий принцип реализации координированного регулирования можно сформулировать следующим образом: взаимосвязанная работа между смежными светофорными объектами, при которой последующий светофорный объект включает зелёный сигнал с определенным временным сдвигом относительно предыдущего (сдвиг фаз). При этом расчетная продолжительность сдвига фаз определяется из выражения

$$t_{сд} = \frac{L}{V_k}, \text{ с} \quad (1)$$

где  $L$  – расстояние между смежными светофорными объектами, м;  $V_k$  – скорость координации, м/с.

Для обеспечения эффективности и устойчивости координированного регулирования в качестве скорости координации необходимо применять фактическую скорость транспортных потоков, иначе полученная программа регулирования не будет учитывать реальный процесс дорожного движения. Для этого требуется система постоянного мониторинга за движением транспортных потоков, которая реализуется в рамках городских автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД).

Повсеместное внедрение координированного регулирования на городской УДС позволяет достичь следующих преимуществ:

- 1) увеличение пропускной способности не только перекрестков, но и магистралей транспортной сети в целом;
- 2) уменьшение времени перемещения транспортных средств по улицам и районам города;
- 3) уменьшение плотности транспортных потоков у подхода к перекресткам, что повлияет как на уменьшение экономических потерь из-за долгого простоя, так и на улучшение психологического состояния водителя;
- 4) повышение уровня безопасности дорожного движения;
- 5) снизить вредное влияние транспортных средств на окружающую среду (отработавшие газы, шум);
- 6) повышение скорости сообщения;
- 7) существенное снижение общего количества остановок.

В отечественной истории организации дорожного движения технология координированного регулирования впервые была внедрена в 1955 году по Садовому кольцу в Москве. Сразу на пяти светофорных объектах было реализовано данное нововведение. Сегодня координированное регулирование в том или ином масштабе внедрено во многих отечественных городах.

В то же время осуществление координации движения возможно при следующих условиях:

- 1) не менее двух полос в прямом и обратном направлении;
- 2) светофорные объекты, на которых реализуется система координации, должны иметь одинаковый (или кратный) цикл;
- 3) переходящий поток должен составлять не менее 70% (так называемая «транзитность» потока по направлению координации);
- 4) расстояние между последующим и предыдущим светофорными объектами – не более 800 м.

Первое требование связано с безостановочным движением транспортных средств с расчетной скоростью и быстрым прибытием на следующий перекресток. Задержка автомобилей приводит к нарушению координации движения, так как возрастает время движения транспортных средств на пути к перекрестку.

При узкой дороге возрастает вероятность задержки в пути, так как трудно объехать какие-либо препятствия на дороге (остановившиеся на тротуаре автомобили, автобусные остановки и т.п.). В конечном итоге это приводит к тому, что транспортные средства выбиваются из графика координации.

Постоянство величины сдвига фаз напрямую определяется одинаковой длительностью (или кратностью) цикла регулирования на всех светофорных объектах. Без этого условия невозможно обеспечить устойчивость графика координированного регулирования с течением времени.

Условие «транзитности» потока указывает на преимущественное количество автомобилей, движущихся в прямом направлении по выбранному

участку. Поворотные потоки снижают эффективность координации движения.

Протяженность перегона сказывается на формировании групп в транспортном потоке. Транспортные группы появляются при разделении общего транспортного потока, собравшегося в намерении проехать на зеленый сигнал светофора. Изначально у таких групп интенсивность почти равна потоку насыщения. В дальнейшем автомобили начинают набирать различные скорости, и группа начинает распадаться.

От расстояния между перекрестками зависит вероятность разделение «группообразности» потока и отсюда варьируется время, требуемое для проезда перекрестка. Как показывает статистика, при превышении длины перегона 800 м, собравшаяся группа полностью распадается и начинается процесс диффузии смежных групп. В результате вместо двух изолированных компактных групп автомобилей возникает непрерывный транспортный поток, для которого безостановочное движение в направлении координации обеспечить невозможно. При большом расстоянии между светофорными объектами приходится увеличивать длительность зеленого сигнала на последующем светофорном объекте, что ограничивает пропуск конфликтных направлений или пропускать только долю группы, сдерживая оставшуюся часть группы автомобилей. Так автомобили, которые не успели проехать, вынуждены ждать следующий цикл и проезжать с последующей группой. Таким образом, на городской магистрали с координированным регулированием необходимо постоянно контролировать процесс дискретизации транспортных потоков и сохранять наличие изолированных групп автомобилей.

Координированное регулирование получило устойчивое название «Зеленая волна». Представленная концепция регулирования дорожного движения позволяет получить существенный эффект по многим аспектам функционирования транспортной системы. Например, подсчитано, что благодаря «зеленой волне» транспортное средство экономит, в среднем, по 4 л топлива на каждые 100 км в городских условиях движения.

В городе Кемерово «зеленая волна» впервые появилась в 2013 году на пр. Ленина в направлении от пр. Кузнецкого до ул. Терешковой, а также по пр. Красноармейская от пр. Кузнецкого до ул. Терешковой. Выбирая скоростной режим в пределах допустимого 50-55 км/ч, можно попасть в «зеленую волну» и проехать все светофоры без остановки. Всё техническое и программное обеспечение координированного регулирования осуществляется работниками МБУ «Центр организации дорожного движения» г. Кемерово.

На втором этапе исследований была поставлена задача оценить уровень эффективности координированного регулирования на УДС г. Кемерово и при необходимости разработать меры по его повышению.

Прежде всего, стоит отметить, что на участках с координированным регулированием в г. Кемерово отсутствует уведомление для водителей о «зеленой волне». В результате при наличии относительно свободных условий водители выбирают скорость движения по своему усмотрению, разброс скоро-

стей в транспортном потоке возрастает и это приводит к интенсификации процесса распада и диффузии групп автомобилей. Как следствие, первое направление повышения эффективности координированного регулирования – повышение информационного обеспечения водителей. Данное направление может быть реализовано в рамках внедряемой в настоящее время на УДС г. Кемерово интеллектуальной транспортной системы.

Если на отдельных перегонах скорость существенно отличается от общей расчётной для всей магистрали (например, на участке подъёма и спуска на пр. Ленина от ул. Мичурина до ул. Соборной), то для этих перегонов следует принять свою расчётную скорость. Аналогично поступают, если есть существенное различие между скоростями попутного и встречного направлений. Таким образом, вторым направлением повышения эффективности координации выступает внедрение гибкого режима расчетной скорости на магистрали на основе индикаторов состояния дорожного движения [2]. Другими словами, программа координации подстраивается под текущую транспортную ситуацию, а не наоборот. Информирование водителей о величине расчётной скорости на каждом перегоне координации следует осуществлять посредством установки знаков переменной информации 6.2 «Рекомендуемая скорость».

Наконец, наиболее высокий рост эффективности даст не локальное применение координации на отдельных улицах, а разработка программы координации на сети улиц. Это потребует решение задачи согласования между собой программ координации при пересечении городских улиц между собой. При этом, когда пересекающиеся магистрали с координированным регулированием связаны только одним перекрёстком, то сеть называется *открытой*. Если же улицы с координированным регулированием ограничивают определённую городскую зону, то сеть называется *замкнутой*, и она требует гораздо более сложных расчетов параметров координации.

Сейчас в Кемерово для дальнейшей разработки «зеленой волны» задействовано 29 перекрестков, поставлено 33 видеокамеры и в автоматизированной системе управления дорожным движением работает 68 светофорных объектов. Поэтому настоящее время ведутся исследования на предмет внедрения открытой сети координации на данных перекрёстках.

### Список литературы:

1. Российская Федерация. Паспорт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» – Текст : электронный URL: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/3/0> (дата обращения 04.03.2022)
2. Косолапов, А.В. Выбор индикаторов состояния дорожного движения для прогнозирования транспортных заторов / А.В. Косолапов, С.А. Асанов – Текст : непосредственный // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства : Материалы

международной научно-практической конференции, 07-08 апреля 2016 г., г.  
Красноярск. – Красноярск, 2016. – С. 618-626.