

# Организация и внедрение приоритетного проезда наземного городского пассажирского транспорта на регулируемых перекрестках



**С. Г. Курганский,**  
заместитель генерального  
директора по ИТС  
ООО «НИИ Прикладной  
Телематики»



**П. С. Рожин,**  
канд. техн. наук,  
начальник отдела  
комплексных систем  
автоматизации  
на транспорте  
ООО «НИИ  
Прикладной Телематики»

Большой эффект для повышения качества транспортного обслуживания населения и решения проблемы заторов в городах может дать организация приоритетного проезда наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ) на улично-дорожной сети (УДС), в частности на регулируемых перекрестках. Подтверждение тому – успешное пилотное внедрение технологии в Казани.

**А**нализ функционирования транспортных систем российских городов показывает необходимость в организации приоритетного движения автобусов с целью улучшения транспортного обслуживания, повышения привлекательности и качества пассажирских перевозок. Реализация различных методов обеспечения приоритета послужит стимулом для отказа населения от индивидуального транспорта в пользу общественного.

Приоритетное движение НГПТ необходимо:

- для сокращения времени поездки;
- улучшения экологической обстановки;
- повышения эффективности использования подвижного состава;
- формирования оптимальной структуры транспортного потока;
- повышения безопасности движения на маршрутах следования.

## Технологии организации приоритета

Организация приоритетного проезда широко распространена и производит положительный эффект в разных странах. Функция приоритета наземного городского пассажирского транспорта реализуется благодаря применению таких технологий, как:

- инфракрасные детекторы (маяки);
- радиосвязь ближнего действия;
- спутниковые технологии (GPS/ГЛОНАСС).

Для организации приоритетного проезда в российских городах наиболее оптимален вариант с применением спутниковых технологий (GPS/ГЛОНАСС). В его основе – вычисление прогнозного времени прибытия транспортного средства к светофорному объекту.

Данное решение строится на взаимодействии автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД) и автоматизированной си-



ФОТО: СЕРГЕЙ ТОРИН

стемы управления и диспетчеризацией пассажирского транспорта (АСУДТ). Общая схема взаимодействия приведена на рис. 1. Такой подход хорошо зарекомендовал себя в большинстве стран Западной Европы, в США и Японии. Организация приоритетного проезда на городских перекрестках позволяет сократить время задержек в пути на 8,7–17,2 %. В городах с большим количеством перекрестков эта величина возрастает до 20–30 %.

В последнее время во многих российских городах появилась тенденция выделения обособленных полос проезжей части (постоянного и прерывного действия) для беспрепятственного движения НППТ, что позволяет развить более высокую скорость на больших перекрестках и тем самым частично сократить время поездки, в целом увеличив эффективность.

Целесообразно также обеспечивать приоритетный проезд НППТ через регулируемые перекрестки, оборудованные светофорной сигнализацией, это позволит в наибольшей степени способствовать снижению задержек для всех участников движения.

В большинстве крупных российских городов действуют АСУДТ, использующие технологии GPS/ГЛОНАСС, которые осуществляют мониторинг движения транспортных средств (ТС) по маршрутам. Однако при этом по-прежнему актуальной остается проблема заторов на УДС, вызванных большим ростом количества автомобилей и отсутствием систем управления светофорными объектами. Для ее решения при отсутствии возможности развития УДС широко применяются АСУДД с использованием адаптивных алгоритмов управления светофорными объектами.

Организация приоритетного проезда НППТ должна являться частью функционала АСУДД. Только при таком условии можно в целом оптимизировать движение транспорта на всей контролируемой и управляемой территории муниципального образования.

Приоритетный проезд НППТ обеспечивается с учетом интересов всех участников движения. Его организация не должна ухудшать общую транспортную ситуацию на регулируемых светофорных объектах. Система приоритетного проезда возможна как в адаптивном режиме управления, так и в режиме координированного управления по жестким планам. Однако опти-

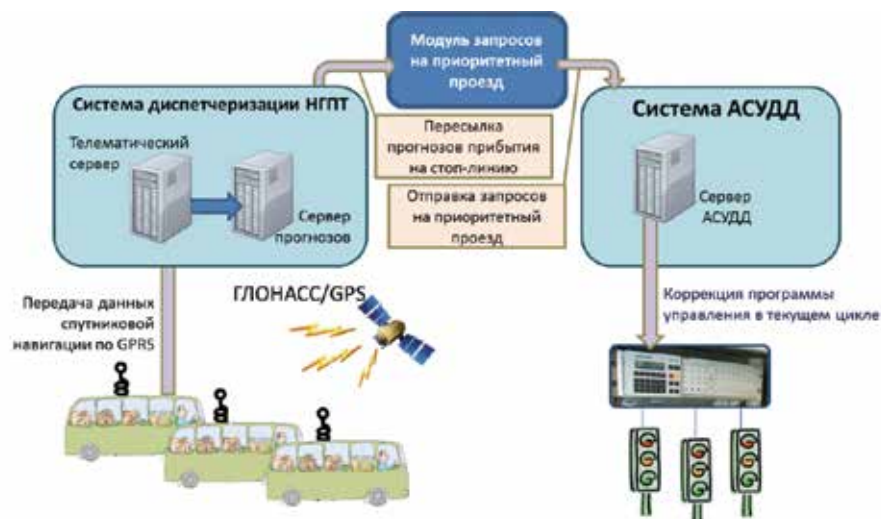


Рис. 1. Схема интеграции систем АСУДТ и АСУДД

мальные результаты достигаются при адаптивном управлении. Для их получения необходимо соблюдение следующих условий:

- частота запроса на приоритетный проезд — в нормальных условиях для каждого перекрестка запрос должен поступать не чаще, чем один раз в течение двух циклов;
- точность запроса — максимальное значение ошибки прогноза прибытия в течение следующей одной минуты составляет не более 20 % от истинного результата.

Использование системы диспетчеризации позволяет расширить возможности организации приоритетного проезда путем проверки различных параметров движения ТС по маршруту. Возможно предоставление приоритета в безусловной и условной форме. ТС находится под управлением системы и выполняет рейсовый маршрут по расписанию, система точно знает, отклоняется ТС от расписания или нет. От этих данных зависит предоставление приоритета в условной форме. В безусловной же форме приоритет предоставляется всегда.

### Выполнение функции приоритета

Реализация функции приоритетного проезда основана на точно предсказанном (рассчитанном) времени прибытия каждого объекта НППТ на светофор, управляемый АСУДД. Прогноз возможен благодаря постоянному мониторингу (точной навигации) каждого объекта НППТ на маршруте движения в АСУДТ. На основе прогнозных данных АСУДД выдает команды предоставления приоритетного проезда не-

посредственно на каждый светофорный объект, а также заранее информирует все сопряженные по маршруту следования объекты о приближении НППТ и о прогнозируемом времени прибытия, которое постоянно корректируется в зависимости от реально складывающейся ситуации на УДС.

Запрос отправляется в тот момент, когда ТС пересекает так называемую линию горизонта запроса. Временной горизонт запроса обычно составляет от 120 до 180 секунд. Это необходимо для обеспечения плавного, безопасного перехода светофорного объекта к выбранной фазе приоритета.

Рассмотрим последовательность действий, направленных на выполнение функции приоритета непосредственно на светофорном объекте.

**Шаг № 1.** Дорожный контроллер переключает сигналы светофора в соответствии с принятым планом координации на данном объекте или командами АСУДД.

**Шаг № 2.** В АСУДД поступает первичный запрос на приоритетный проезд движущегося к перекрестку ТС. Это означает, что ТС прогнозирует прибыть на перекресток в течение следующих 120–180 с (конфигурируемый параметр). Данный временной интервал должен быть достаточным для того, чтобы подготовить и выполнить действия в случае одновременно нескольких запросов на приоритет от движущихся в одном направлении нескольких ТС в течение одного фазового цикла. При вхождении во временной коридор (за 120–180 с до прибытия к светофорному объекту) частота обновления прогноза должна составлять 10–15 с. Тем самым

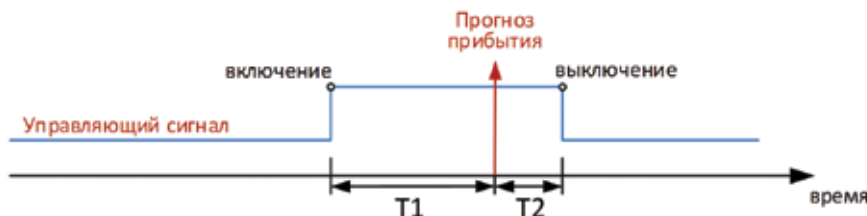


Рис. 2. Схема включения управляющего сигнала

задается параметр для бортового навигационного оборудования. Частота отбивки бортового терминала в диспетчерский центр должна находиться в указанном диапазоне. Выход за пределы описанных параметров не позволит достигнуть требуемой точности и, следовательно, организовать корректную работу системы и приоритетный проезд НППТ.

В течение дальнейшего приближения ТС к стоп-линии светофорного объекта АСУДД подготавливает необходимые управляющие команды для дорожного контроллера.

**Шаг № 3.** ТС достигает точки отправки команды на активацию соответствующей фазы приоритета (точка подтверждения приоритета) (рис. 2). Эта команда подтверждает, что ТС находится на расстоянии  $T1$  от стоп-линии пересечения (т. е. вовремя) и что соответствующий управляющий сигнал, указанный в запросе на предоставление приоритетного проезда, должен быть активирован.

Активация управляющего сигнала означает, что дорожный контроллер прекращает действие текущей кон-

фликтной фазы для ТС и начинает переход к разрешающей фазе его пропуска в соответствии с заложенным общим фазовым планом. При этом должны полностью соблюдаться основные параметры, обозначенные в настройках контроллера или команд АСУДД.

Если текущая рабочая фаза соответствует фазе приоритета в момент активации управляющего сигнала, то она автоматически продлевается, чтобы избежать неожиданных торможений ТС перед стоп-линией перекрестка.

В любом случае приоритет обеспечивается АСУДД только в соответствии с его запрограммированными внутренними настройками, максимальной и минимальной длиной основных и промежуточных фаз; интервалами изменения фаз и т. д.

**Шаг № 4.** Сигнал светофора разрешает проезд перекрестка ТС (окончание запроса приоритета).

Как только ТС пересекло перекресток, система диспетчеризации передает сообщение, подтверждающее выполнение запроса. Это сообщение инициирует промежуточную фазу и возвращает управление перекрестка к ранее

выбранному режиму регулирования. Возврат проходит плавно по заданному алгоритму.

Если сообщение о подтверждении выполнения приоритета не было получено, приоритетная фаза все равно прекращает свое действие одновременно с моментом окончания временного промежутка  $T2$ , т. е. с моментом окончания запроса (временем действия управляющего сигнала). На рис. 3 в качестве примера приведена дистанционно-временная диаграмма движения. Точные временные и дистанционные параметры конфигурируются отдельно в каждом конкретном случае, индивидуально для каждого перекрестка.

### Внедрение и результаты

Пилотное внедрение технологии организации приоритета проводилось в Казани. Для этого были отобраны городские маршруты, проходящие через 15 перекрестков, которые находились в адаптивном управлении АСУДД. Были опасения на счет надежности передачи данных по GPRS из-за зоны покрытия в городе и задержки передачи данных в центр, так как необходима большая частота обновления текущего положения ТС при подъезде к светофорному объекту для пересчета и корректировки прогнозного времени прибытия. Кроме того, некоторые сложности были вызваны организационными моментами. В частности, расположение остановочных пунктов или павильонов вблизи светофорного объекта потребовало более точной калибровки модели построения прогнозов.

В результате пилотного внедрения получены следующие результаты. Доля проездов через перекрестки на пилотном участке для выбранных маршрутов на зеленый сигнал светофора до внедрения технологии составляла 45–55 %, после — порядка 75–80 % в зависимости от текущей транспортной ситуации. В случаях остановки на красный сигнал светофора адаптивная система управления максимально допустимо сокращала его длительность, что существенно уменьшало время ожидания проезда и увеличивало скорость движения по маршруту.

В дальнейшем функцию приоритетного проезда городского пассажирского транспорта планируется масштабировать до уровня всех введенных в эксплуатацию светофорных объектов, подключенных к АСУДД.





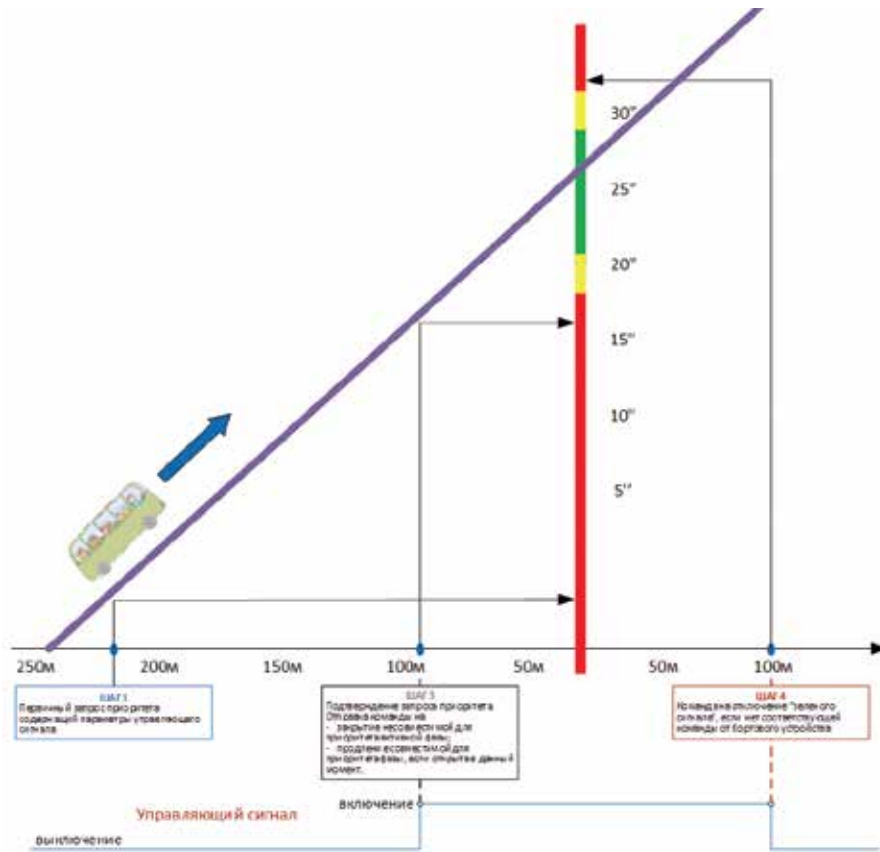


Рис. 3. Дистанционно-временная диаграмма движения приоритетного транспорта и работы светофорного объекта в соответствии с управляющим сигналом

перекрестках: учеб. пособие для вузов. СПб.: Нестор-История, 2010. 110 с.

- Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов . М. Транзит, 1990. 194 с.
- Организация дорожного движения в городах: методич. пособие / под общ. ред. Ю. Д. Шелкова; Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России. М., 1995. 43 с.
- Указания по организации приоритетного движения транспортных средств общего пользования. М.: Транспорт, 1984. 32 с.
- Горев А. Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие / СПбГАСУ. СПб., 2010. 214 с.
- Зырянов В. В., Санамов Р. Г., Голеницкий Ю. В. Моделирование движения маршрутного транспорта // Современные проблемы дорожно-транспортного комплекса: Тез. докл. 1-й междунар. науч.-практич. конф. Ростов н/Дону: РГСУ, 1998. С. 163–169.
- Balke K. N., Dudek C. L., Urbanik T. II. Development and Evaluation of An Intelligent Bus Priority Concept // Presented at the 79th Annual Meeting of the Transp. Res. Board. Washington, D.C., 2000.
- Viegas J., Roque R., Lu B., Vieira J. Intermittent Bus Lane System: Demonstration in Lisbon, Portugal // Presented at 86th Annual Meeting of the Transp. Res. Board., Washington, D.C. 2007.

**Литература**

1. Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения // Отчет по гос. контракту

- № Д-47/261 от 7 окт. 2009 г. на выполнение НИР, МАДИ (ГТУ). 2009. 90 с.
2. Плотников А. М. Разработка схем организации движения транспортных и пешеходных потоков на регулируемых

**Подписка**

Подписка на журнал «Транспорт Российской Федерации» оформляется в любом отделении почтовой связи по объединенному каталогу «Пресса России», **подписной индекс 15094.**

Подписаться на журнал через редакцию можно в течение года с любого месяца,

- выслав заявку **по факсу (812) 310-40-97;**
- выслав заявку **по электронной почте rt@rostransport.com;**
- или заполнив заявку **на сайте www.rostransport.com, раздел «Подписка».**



Подписку также можно оформить в агентствах:

- «Книга-Сервис», тел. (495) 680-90-88, <http://akc.ru>
- «Артос-ГАЛ», тел. (812) 331-89-44