

# АНТИПРОБОЧНАЯ ТЕРАПИЯ

Мировой опыт показывает, что полностью избавиться от «пробок» в крупных городах пока невозможно. Тем не менее, закономерен вопрос: а какую нагрузку на самом деле несут так называемые «перегруженные» дороги? При анализе оказывается, что фактическая интенсивность движения по улично-дорожной сети (УДС) современных городов колеблется в чрезвычайно широких пределах: от 300 до 1200 автомобилей на полосу за час (в Москве, например, в среднем – 394 ам/пч), то есть, в ряде случаев, значительно ниже нормы. Поэтому неудивительно, что во многих крупных городах затруднения движения удалось существенно уменьшить за счет внедрения в практику планирования и управления так называемых Интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Под ИТС в принятой терминологии понимается приложенные компьютерных, информационных и коммуникационных технологий к проектированию, строительству и управлению транспортной инфраструктурой (Bob & Judy McQueen, «Intelligent Transportation Systems Architectures») с целью повышения эффективности функционирования последней. Обычно рассматриваются пять областей применения ИТС-технологий:

- Градостроительство, реконструкция, ремонт и содержание УДС;
- Пассажирский транспорт;
- Парковочное хозяйство;
- Реакция на природные и технологические инциденты;
- Управление дорожным движением.

Разумеется, программно-методическое обеспечение ИТС во всех перечисленных областях подразумевает взаимодействие. Тем не менее, каждый программно-аппаратный комплекс должен строиться и функционировать независимо, ибо контролируемые параметры, оптимизационные критерии, и организационно-технические приемы в каждой из областей существенно различаются. Попытки построить всеохватывающие общегородские системы неизбежно приводят к искажению приоритетов и, в конечном счете, к потере управляемости. Например, для службы пассажирского транспорта уместно оценивать скорость и комфортность доставки пассажиров по тестовым маршрутам, а для службы организации движения – среднюю скорость и удельный расход топлива на УДС. Очевидно, что эти показатели несовместимы. Таким образом, если упомянутые службы будут объединены и представят городу единый, комплексный отчет, то высока вероятность, что администрация не сможет обоснованно оценить качество работы каждой из них. Это неизбежно приведет к безответственности среднего звена городского руководства и, как следствие, к неэффективной функционированию транспортной инфраструктуры.

В рамках современных представлений, архитектура городских ИТС должна предусматривать специализацию, модульность и рассредоточенность управления при общегородской координации (рис. 1). Координационный центр обеспечивает стратегическое долгосрочное планирование, в том числе выбор приоритетов развития и постановку задач по направлениям в соответствии с интересами города.

Общая архитектура ИТС при этом должна гарантировать создание единого структурированного информационного пространства, обеспечивающего безопасный и своевременный обмен данными между направлениями (рис. 2). В то же время задачи среднесрочного, краткосрочного планирования и оперативного управления должны решаться в каждой подсистеме самостоятельно.

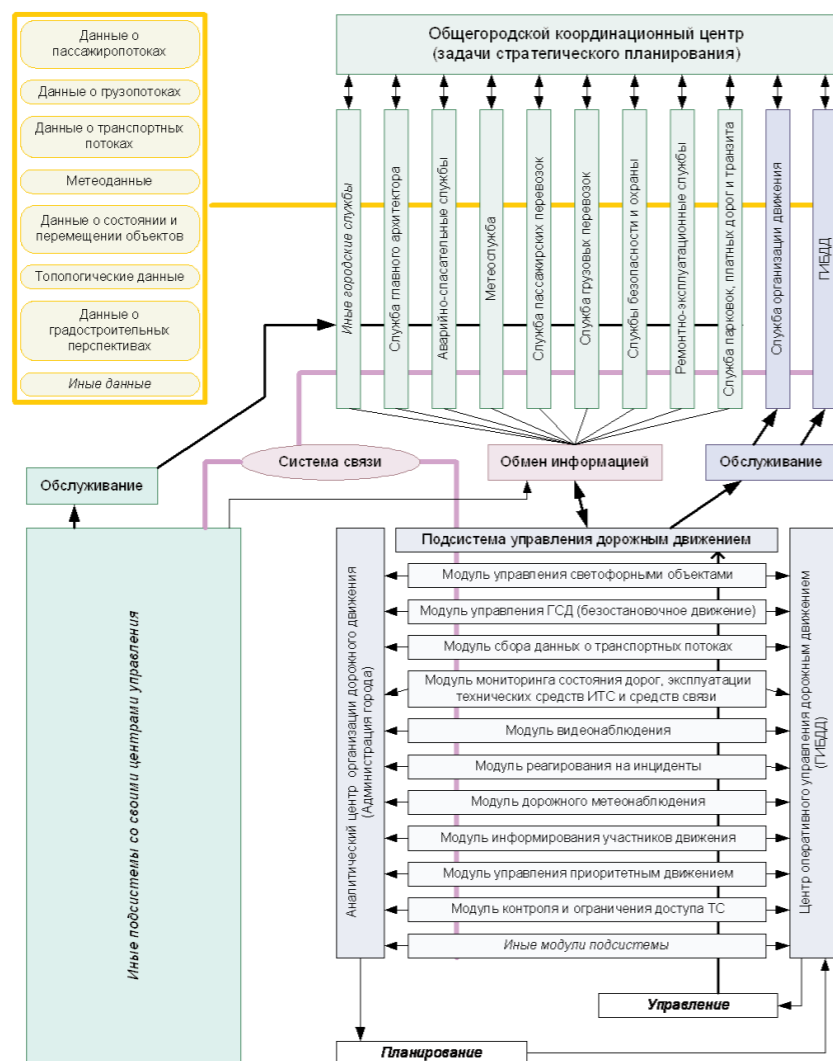


Рис.1. Принципиальная схема архитектуры городской ИТС

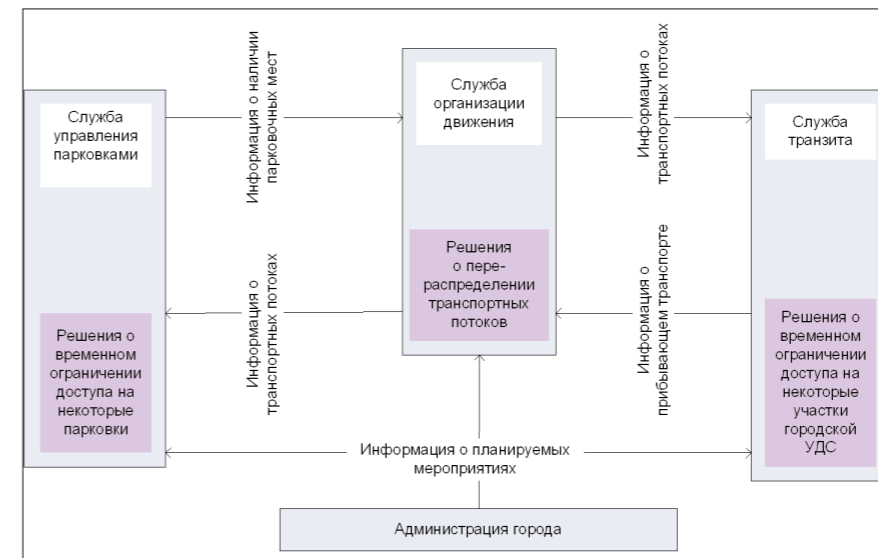


Рис. 2. Схема информационного обмена между некоторыми модулями АСУД ИТС

В этой статье хотелось бы подробнее остановиться на концепции построения подсистемы управления дорожным движением (в отечественной терминологии - АСУД). Задача последней сводится к улучшению, по отдельности или в совокупности, критериев качества работы УДС:

- пропускной способности критических элементов;
- средней скорости на основных маршрутах;
- удельного расхода топлива.

Эта задача может быть успешно решена только тогда, когда программно-аппаратное обеспечение АСУД сконструировано с учетом специфики конкретного мегаполиса – как географической, так и организационно-технической. Анализ мирового опыта и предварительные расчеты, проведенные применительно к Москве, Нижнему Новгороду, Санкт-Петербургу, Екатеринбург и Ростову-

на-Дону позволяют утверждать, что внедрение современных ИТС-технологий может обеспечить:

- повышение пропускной способности УДС в 1,35 – 1,85 раза;
- среднесуточное увеличение скорости на критических маршрутах на 30-50% (в разрешенном диапазоне скоростных режимов);
- снижение удельного расхода топлива на 20-45%;
- существенное уменьшение вредных выбросов, в том числе окиси углерода.

Вместе с тем, практика показывает, что механический перенос тех или иных, даже весьма успешных приемов и качественного оборудования из одного города в другой приводит лишь к созданию дорогостоящих и малоэффективных «игрушек», реализующих, в лучшем случае, наблюдение, но никак не управление ситуацией. К специфическим особенностям, которые следу-

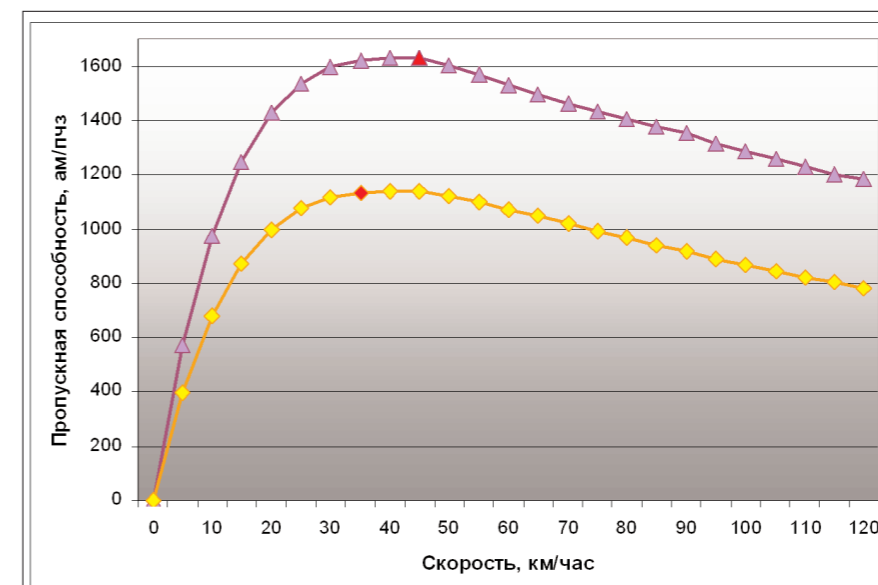


Рис.3. Пропускная способность (автомобилей на полосу в час эффективного «зеленого») в зависимости от скорости движения и дорожных условий (показаны границы диапазона).

ет учитывать при разработке АСУД/ИТС, относятся, прежде всего: топологическая структура УДС; состав транспортных средств (ТС), их динамические и экологические характеристики; поведенческие особенности участников движения; климатические условия; традиции управления дорожным движением.

Специфика накладывает количественные и качественные ограничения на технологические приемы повышения показателей качества работы УДС, а этих приемов, по существу, имеется всего шесть:

- оптимизация режимов работы светофорных объектов;
- организация городских скоростных дорог с регулируемым въездом/выездом;
- информирование участников движения о складывающейся транспортной ситуации;
- совершенствование систем реагирования на инциденты;
- оптимизация топологии перекрестков за счет проведения локальных мероприятий;
- ограничение доступа ТС к критическим зонам (элементам) УДС.

Самым эффективным, хотя и наиболее сложно осуществимым, из всех перечисленных приемов является оптимизация режимов работы светофоров. Сейчас широко распространено мнение о перспективности уменьшения их количества на городских улицах. Это мнение ошибочно, тем более когда транспортные нагрузки велики и главной проблемой является недостаточная пропускная способность УДС. Используя известные расчетные соотношения, связывающие поток насыщения, стартовую скорость и динамический габарит с учетом особенностей Российского подвижного состава, можно показать, что максимальная пропускная способность на УДС крупных городов будет обеспечиваться при скоростях 35-48 км/час, в зависимости от дорожных условий (рис. 3). Реализовать конкретный скоростной режим, да еще динамически изменяемый, можно только в условиях светофорного движения. Оптимизируя режим движения по критерию максимальной скорости, следует также учитывать фактор аварийности, а по критерию максимальной пропускной способности – экологический фактор (расход топлива).

Таким образом, в подавляющем большинстве случаев необходимо не уменьшать количество светофорных объектов, а создавать согласованно работающую светофорную сеть, характеристики которой будут удовлетворять следующим условиям:

Во-первых, районы согласованной работы светофоров должны быть определены с учетом особенностей

Табл. 1. Классы контроллеров, используемые в четырехуровневом программно-аппаратном комплексе

Класс контроллера	рядовой		интеллектуальный	
	изолированный	системный	системный МГК	системный АКУ
Тип контроллера	отсутствует	проводная	проводная или беспроводная	
Связь	по историческим данным детектирования/обследований, Transyt-алгоритм			
Расчет ПК	отсутствует	обязателен	возможен	
Зональный центр	отсутствует	по сети, постоянно	по сети, по мере надобности	
Загрузка ПК	по мере надобности, по данным системных детекторов	при наличии автоматизированной программы расчета - ежедневный, при отсутствии - периодический, по данным системных детекторов. Во всех случаях возможна ручная коррекция		
Системный перерасчет ПК	отсутствует			
Локальный перерасчет ПК	отсутствует		постоянный, по данным локальных и системных детекторов	
Коррекция ПК	отсутствует		постоянная	
Источник данных для коррекции	отсутствует		локальные детекторы	локальные и системные детекторы

топологии, а также характеристик запросов транспортных и пассажирских потоков. При всей своей очевидности, данный тезис далеко не всегда принимается во внимание при создании АСУД и реконструкции УДС (например, в Москве до настоящего времени говорят не о «районах», а о «магистралах»; так работает и ЦТАУ ДТ «СТАРТ»).

Во-вторых, режимы работы светофорных объектов должны быть рассчитаны на основании достоверных данных о параметрах транспортных потоков и оптимизированы, исходя из обоснованных критериев. Отметим, что даже имеющееся на российских улицах светофорное оборудование, при всей своей технической несовременности, могло бы обеспечить гораздо лучшее функционирование, если бы полностью использовались заложенные в нем технические возможности. Так, например, большинство отечественных светофорных контроллеров позволяет реализовать 8 режимов, или планов координации (ПК) в течение суток, а задействовано лишь 1-3 (редко до 5). Оптимально требуется 7-15 режимов.

Задача создания городской/секторной светофорной сети может быть решена с использованием совокупности расчетно-моделирующих продуктов, функционирующих согласовано или даже в едином комплексе, в том числе программ Aimsun TG (симуляционное сетевое моделирование), Transyt-7FR (оптимизационное моделирование и расчет режимов работы светофоров), StaTran (статистический анализ данных транспортного мониторинга) Admin-CTLC (центральный пульт управления светофорными контроллерами). Существенной новизной, реализованной в перечисленных продуктах, является частичная компенсация недостаточных процессорных возможностей отечественной техники

за счет накопления опыта коррекций, в том числе и при диспетчерском управлении, и, соответственно, обогащения последнего хранимого комплекта ПК этим опытом. Иная уникальная особенность состоит в обеспечении возможности оптимизации не только свободного, но и насыщенного (и даже сверхнасыщенного) движения за счет приоритизации тех или иных направлений и маршрутов. Недельный комплект планов координации (как правило, содержащий от 45 до 105 фазовых таблиц) формируется с использованием так называемого принципа «частичной зеленой волны», когда, в зависимости от прогнозируемых коэффициентов Выбегалло, определяющих транспортные потребности на конфликтующих направлениях, принимаются решения об изолированной или сетевой оптимизации каждого перекрестка в артерии с целью:

- повышения фактической пропускной способности УДС в часы пик;
- увеличения средней скорости ТС в часы ненапряженного движения.

Все упомянутое программное обеспечение предлагается, на территории РФ, компанией AGA Group (www.aga-group.ru) и реализует наиболее экономичное и эффективное внедрение ИТС-технологий. При этом парк контроллеров разных поколений, имеющих сегодня в эксплуатации и на рынке, представляется в виде четырехуровневого программно-аппаратного комплекса (табл. 1). Функционирование разнородного оборудования обеспечивается программой Admin-CTLC при условии использования аппаратных средств с открытой архитектурой (стандарт CalTrans, либо, как минимум, трехуровневый NTCIP протокол). Дополнительно реализована совместимость с так называемым «Омским протоколом», выполненная специаль-

но для инкорпорации аппаратуры российского производства на период до исчерпания полного ресурса последней.

Задействовать имеющуюся аппаратуру при построении новых ИТС очень выгодно, так как при этом можно в кратчайшие сроки достичь реальных улучшений. Кроме того, это позволяет более эффективно маневрировать ресурсами, сосредотачивая их на направлениях наибольшего отставания штатных систем (детектирование, расчетно-оптимизационные программы, адаптивное координированное управление (АКУ)). Вообще использование оборудования различных классов и изготовителей весьма желательно с позиций обеспечения качества, а также возможностей эффективного расширения внедряемых систем. Да и допускать зависимость программно-аппаратных средств, имеющих общегородское применение, от конкретного типа или монопольного производителя оборудования, - опасно.

Первой же стадией реализации ИТС-технологий в оптимизации работы светофоров должно явиться внедрение методов обоснованного расчета ПК и использование их в практике организации движения даже при отсутствии центральной системы управления.

Городские скоростные дороги (ГСД) обеспечивают, прежде всего, разгрузку улиц от местного транзита путем реализации скоростной связи «точка-точка». Как правило, функционирование в качестве ГСД требует существенного ограничения количества въездов/выездов, тем более, что их надлежащее обустройство далеко не всегда может быть обеспечено в условиях городской застройки. Поэтому определять возможности использования того или иного участка УДС следует на основании вариантного симуляционного моделирования, обоснованно решая, развивать ли данную трассу в

качестве коммуникативной или скоростной дороги. Для каждого из этих случаев существует специальный комплекс программно-аппаратных средств, управляющий скоростным режимом и условиями въезда/выезда в соответствии с поставленной задачей. Напомним, что понятия ГСД и «трасса бессветофорного движения» неидентичны.

Важной мерой снижения комплексной задержки при передвижении транспорта по городским улицам, и, в особенности, по коммуникативным/скоростным дорогам является широко распространяемая и своевременно открываемая для всех участников информация о маршрутах и складывающейся ситуации на дорогах. Эффективность информирования достигается за счет:

- «растягивания» транспортной потребности по времени суток, в связи с добровольным индивидуальным планированием, учитывающим прогнозируемое время в пути;
- рассредоточения ТС по УДС при выборе альтернативных маршрутов;
- оптимального выбора маршрутов за счет четкой системы указателей.

Методы и средства информирования доступны на рынке, и особенности их применения хорошо освещены в литературе (например, исследования MIT - рис. 4, система DINAMIT). Важна также автоматизированная перекрестная проверка достоверности информации, полученной из разных источников. Эта процедура, несмотря на очевидную выгоду, в настоящее время очень мало используется в мировой практике, в связи, прежде всего, с недостаточной распространенностью математически

продвинутого инструментария, подобных программе StaTran.

Современные системы реагирования на инциденты в значительной степени опираются на развитую информационную систему и нацелены на скорейшую ликвидацию препятствий движению, вызванные ДТП или погодными условиями. Подавляюще важное значение для эффективности реагирования имеет согласованное функционирование этих систем в составе ИТС, зачастую обеспечиваемое работой Общегородского координационного центра.

Оптимизация топологии перекрестков при проведении локальных мероприятий инициируется определением критических сечений УДС на основании статистики инцидентов, а также информации о транспортных запросах. Вклад этого приема в работу транспортной инфраструктуры может быть очень велик, так как капитальному ремонту должно подвергаться 10-12% перекрестков ежегодно (в Москве, например, ремонтируется 50-150 перекрестков в год). Однако для обеспечения реальной эффективности локальных мероприятий необходимо, как минимум, чтобы:

- определение очередности реконструируемых перекрестков производилось на базе актуальных данных транспортного мониторинга, с постановкой задач реконструкции, обоснованных симуляционным зональным моделированием (в среде Aimsun или аналогичной);
- проект выполнялся с применением современных средств локального моделирования, с расчетом транспортной эффективности предлагаемых проектом мероприятий (в среде Transyt-7FR или подобной).

Желательно, чтобы при проведении локальных мероприятий использовалась современная элементная база, на уровне МГР или АКУ. Использование аппаратуры с меньшими возможностями должно сопровождаться обоснованием.

Ограничение доступа транспорта применяется по отношению к ГСД, отдельным секторам, районам (например, центр) и городам в целом (например, для транзитного транспорта), и обеспечивается совокупностью таких мероприятий, как: взимание платы за въезд и/или парковку, запрещение въезда и/или парковки личного транспорта; организация полос движения для общественного транспорта и такси; полным или временным (в часы пик или днем) запрещением движения грузового транспорта, и т.п. Во всех случаях, такие мероприятия должны быть обоснованы симуляционным моделированием, учитывающим влияние изменений в работе общественного, в том числе, внеуличного транспорта, зачастую также перегруженного, которые будут неизбежно инициированы вводимыми ограничениями доступа на УДС.

В нашем представлении ограничения доступа являются крайней мерой, и могут применяться только после того, как все иные возможности ИТС, не снижающие мобильности населения, исчерпаны. Отметим, что до сих пор результатов объективного анализа, подтверждающего эффективность глобальных мероприятий по ограничению доступа, недостаточно. Так например, «многие противники программы ограничения въезда в центр Лондона утверждают, что ситуация с пробками в ходе ее реализации заметно ухудшилась. Официальные лица утверждают, что это случилось из-за ремонтных работ. «Кроме того, кто знает, что бы было, если бы не было платного въезда?» - спрашивает М. Дикс, директор программы (РБК, 15.07.07). К сожалению, подобный подход к «доказательности» эффективности своей работы сегодня широко распространен.

Современные методы анализа позволяют существенно сузить поле необоснованных оценок. Для этого достаточно потребовать количественного определения величин критериев качества работы УДС «до» и «после» внедрения мероприятий.

Объективная оценка транспортной эффективности производимых мероприятий, кроме того, способствовала бы также созданию конкурентного пространства, что, несомненно, благотворно сказалось бы на качестве всех работ: от расчета режимов работы светофорных объектов до создания Общегородского координационного центра.

Г. С. Бродский, д. т. н.,  
А. Д. Гозман, д. б. а. (Группа AGA),  
В. В. Рыкунов (СтройИнвестПроект М)

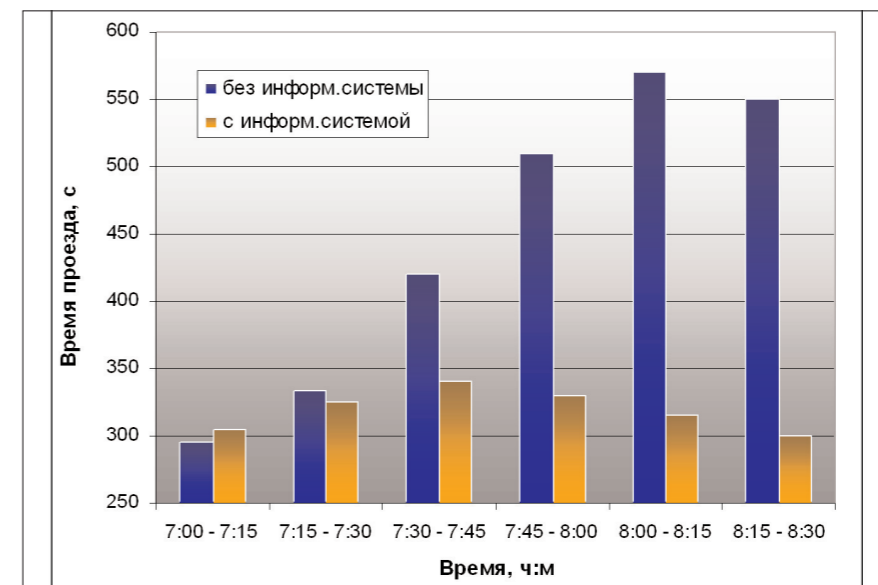


Рис.4. Экспериментальные данные о влиянии использования альтернативных маршрутов на базе актуальной информации на снижение времени проезда по критическому участку УДС в час «пик»