И. Г. Малыгин,
д.т.н., профессор,
заместитель директора
по научной работе
Института проблем
транспорта
им. Н. С. Соломенко РАН

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ГОРОДСКОМ ТРАНСПОРТНОМ КОМПЛЕКСЕ

Ключевые слова: *интеллектуальные транспортные системы (ИТС), автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД), транспортно-пересадочный узел (ТПУ).*

В статье доказывается необходимость повсеместного внедрения ИТС с целью значительного снижения количества участников ДТП, что уменьшит потери экономики России, в том числе и за счет экологического ущерба, повысит эффективность транспортного комплекса, что благотворно скажется на росте ВВП страны.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) (intelligent-transport-systems) – это передовые системы, которые используют информационные и коммуникационные технологии для усовершенствованного и безопасного управления дорожным движением, и эффективного обеспечения перевозки пассажиров и грузов.

Количество автомобилей в Петербурге превысило 1,6 миллиона – город вплотную подошел к проблеме, давно решаемой на Западе: необходимость ограничения трафика, платные парковки и многоуровневые путепроводы, а также необходимость внедрения интеллектуальных систем в городской транспортный комплекс.

По статистике, ежегодные потери экономики России по причине транспортных заторов составляют около 4 трлн рублей, то есть 7–9% ВВП. А если добавить к этому экономические потери от ДТП и экологический ущерб, то получится, что неэффективность транспортного комплекса обходится стране почти в 12% от ВВП.

Рост числа автомобилей идет рука об руку с ростом пассажиропотока, создающим дополнительную нагрузку на транспортную сеть мегаполиса, поэтому автоматизация транспортной инфраструктуры при помощи информационных технологий должна носить комплексный характер и в числе прочего решать задачу информирования участников движения о состоянии транспортной сети, а соответствующие службы – о возникновении аварий. Оперативно поступающая информация поможет оперативно устранять проблемы, а участники движения, пользуясь ею, смогут выбирать оптимальные пути объезда. Поэтому важнейшей задачей является внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД).

На основе существующего мирового опыта, существуют две основные схемы создания АСУДД. В соответствии с первой (рис.1) существует единый центр, который аккумулирует всю информацию от видеокамер и датчиков на перекрестках, и уже из центра в автоматическом режиме поступают сигналы по адаптивному регулированию трафика. Вторая (рис.2) заключается в независимой работе интеллектуальных перекрестков по автоматически выбираемым алгоритмам с

учетом дорожной ситуации и информации от датчиков с соседних перекрестков.

Максимального эффекта внедрение АСУДД достигает лишь в комплексе с прочими элементами ИТС – «интеллектуальными» парковками, «интеллектуальными» остановками, системами информирования участников движения, системами наблюдения и фиксации правонарушений и т.д. Также важным элементом должны стать ТПУ (транспортно-пересадочные узлы). Если задача АСУДД – оптимизировать поток автомобилей, то зада-

Рис. 1. Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) – тип 1

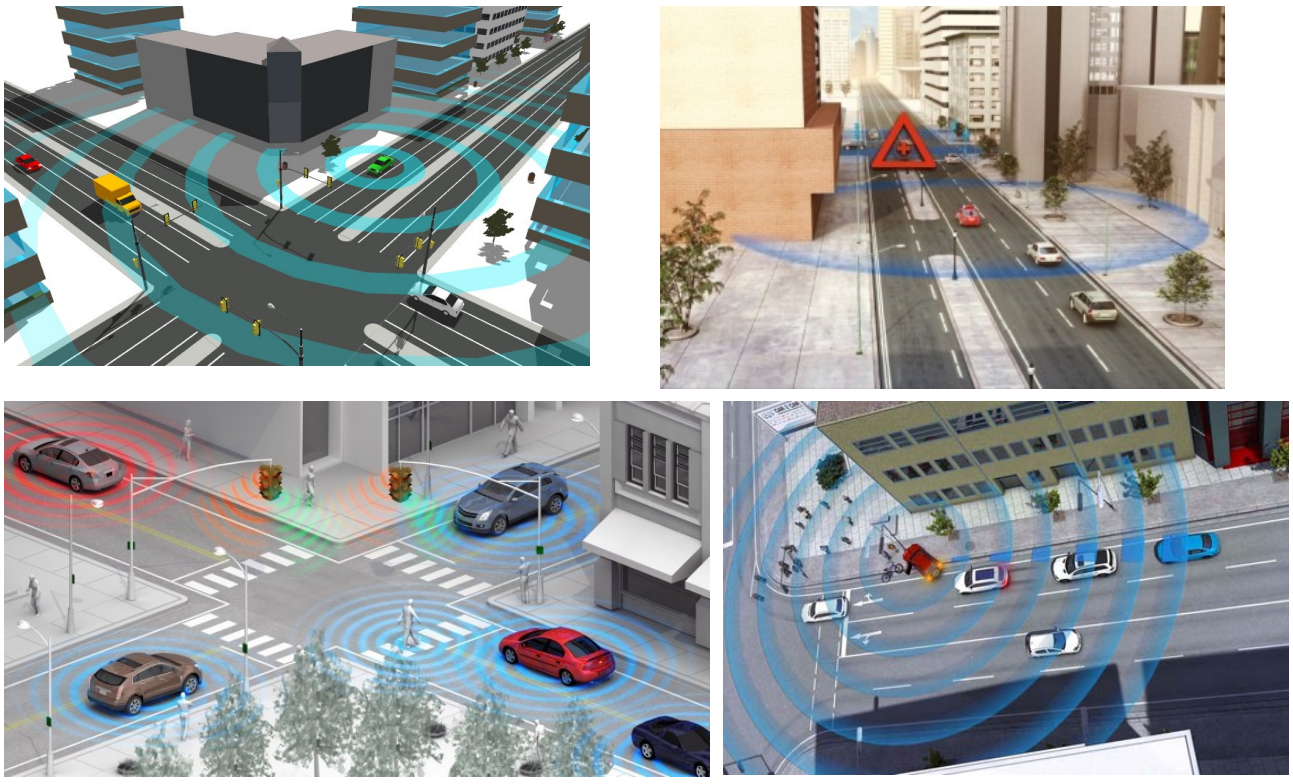

Рис. 2. Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) – тип 2

ча ТПУ – оптимизировать в первую очередь потоки пассажиров, обеспечив их быструю пересадку с одного вида транспорта на другой. Это положительно сказывается на дорожном движении, таким образом, две проблемы взаимосвязаны так же, как и два их решения.

ТПУ должны сочетать в себе следующие элементы (рис.3): парковку, автовокзал, железнодорожный вокзал (станцию), станцию метро, торговый центр и локальную информационно-управляющую систему, как правило, связанную с центральной ИТС мегаполиса. АСУДД и ТПУ являются составными элементами данной ИТС.

В экономически развитых странах интеллектуальные транспортные системы уже существуют и работают. Их развитие шло постепенно: сначала создавалась, к примеру, АСУДД, потом на базе ее каналов связи вырастали другие системы – видеонаблюдения, возникали «умные» остановки, информирующие о времени прибытия нужного маршрута и т.д. Одним из вспомогательных элементов являются также «интеллектуальные» парковки, которые информируют водителей о местонахождении парковки и наличии свободных мест. В результате – автомобилей, которые мечутся по улицам в поисках парковки, как и пробок стало значительно меньше. В Санкт-Петербурге 14 августа 2013 г. Комитет по инвестициям подвел предварительные итоги общественных обсуждений идеи о создании в городе системы платных парковок (рис.4) и поручил дальнейшую проработку и реализацию проекта, в рамках которого предполагается создание 65 тысяч парковочных мест в четырех центральных административных районах: Центральном, Адмиралтейском, Василеостровском и Петроградском. Параллельно со строительством парковок будет разрабатываться ИТС, с целью оповещения водителей о свободных местах на этих парковках.

В Москве, С.-Петербурге, Екатеринбурге, Новосибирске и некоторых других городах уже вводятся АСУДД (рис.5) и АСУ БДД (безопасности дорожного движения) (рис.6) – пока примитивные, не совсем интеллектуальные. Это позволяет изменять пропускную способность каждого управляемого перекрёстка по разным направлениям и за счет этого оптимизировать пропускную способность для потоков транспорта в городе.

Весьма неоднозначный результат получился у системы светофорных приоритетов. Да, у водителей автобусов и трамваев могут быть транспондеры, которые посылают импульс в светофор и заранее переключают красный на зеленый. Но безопасность дорожного движения может оказаться важнее автобусно-

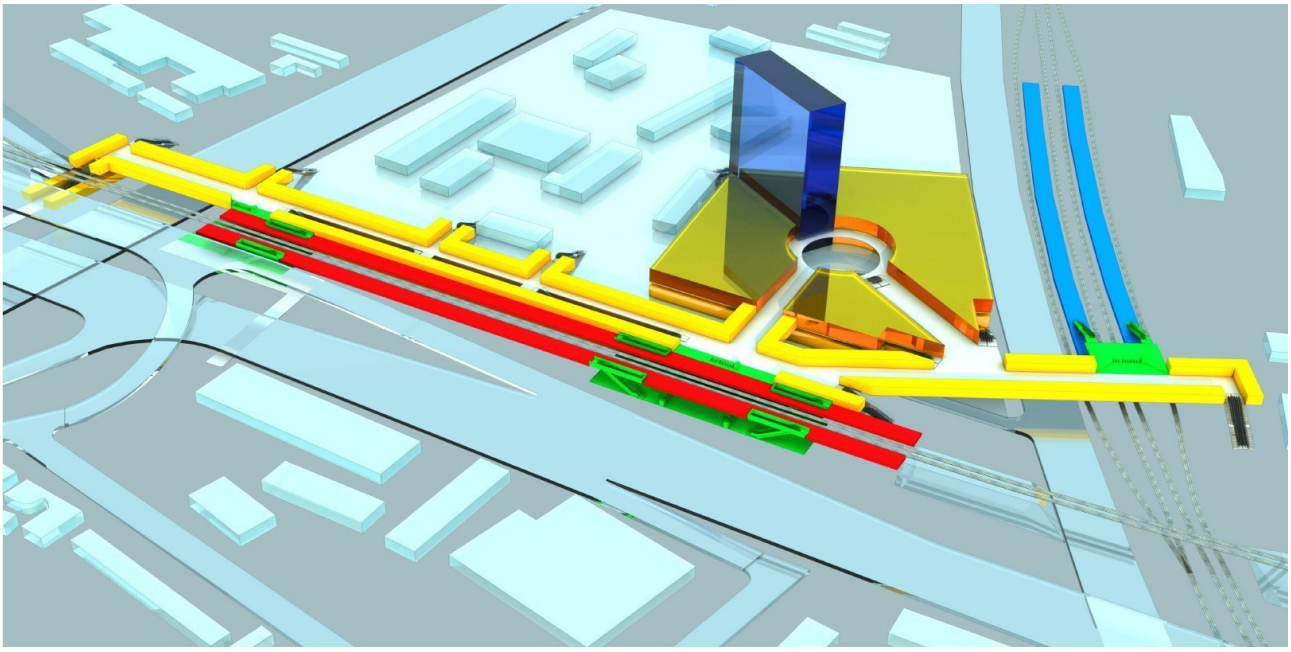

Рис. 3. Транспортно-пересадочный узел

Рис. 4. Концепция развития парковочного пространства Санкт-Петербурга

трамвайного трафика. (Данная инновация была опробована в тестовом режиме на трамвайных маршрутах по пр. Просвещения Санкт-Петербурга и не была реализована).

Актуальны и вопросы интегрирования интеллектуальных транспортных систем в современных условиях глобализации рынка транспортных услуг. В ИПТ РАН (рис.7) разработаны Концептуальные основы интегрирования различных по архитектуре, предназначению и типу интеллектуальных транспортных систем в одну обобщенную модель (рис.8).

Рис. 5. Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) мегаполиса

В Санкт-Петербурге в 2011 г., при научном сопровождении ИПТ РАН разработана структура Государственной информационной системы «Транспортная модель Санкт-Петербурга» (разработчики: ООО «А+С КонсалтПроект», ЗАО «Институт «Строй-проект», ЗАО «Транзас Экспресс») (рис.9).

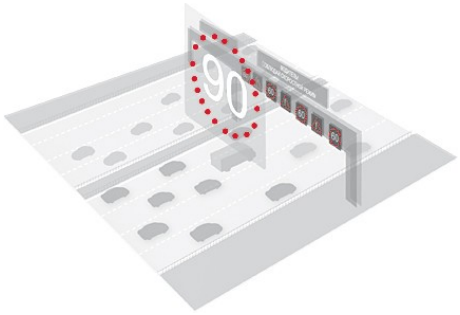

Рис. 6. Центр АСУ БДД (безопасности дорожного движения)

Фон + Сеть (карта)	Городская карта в векторном или растровое изображение, предпочтительнее в векторном.
Данные УДС	Желаемая скорость, транспортные районы, пропускная способность в час, общее разделение транспортных потоков по видам транспорта на исследуемой территории.
Данные статистики	Численность населения, трудоспособное население, наличие рабочих мест, в том числе в сфере услуг; наличие учебных мест, данные об инфраструктуре (общественные здания и сооружения, производственные и торговые территории)
Данные по ОТ	Маршруты движения, расположение остановок , интервал движения ОТ; технические характеристики парка ОТ
Данные ТО	Интенсивность движения ТП на отрезках городской транспортной сети

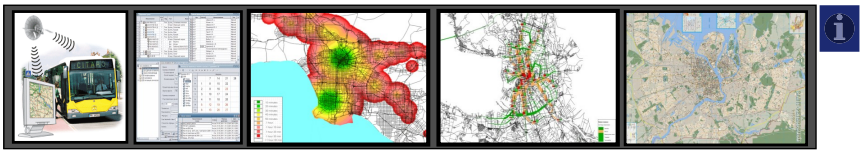

Рис. 7. Исходные данные для создания транспортной модели

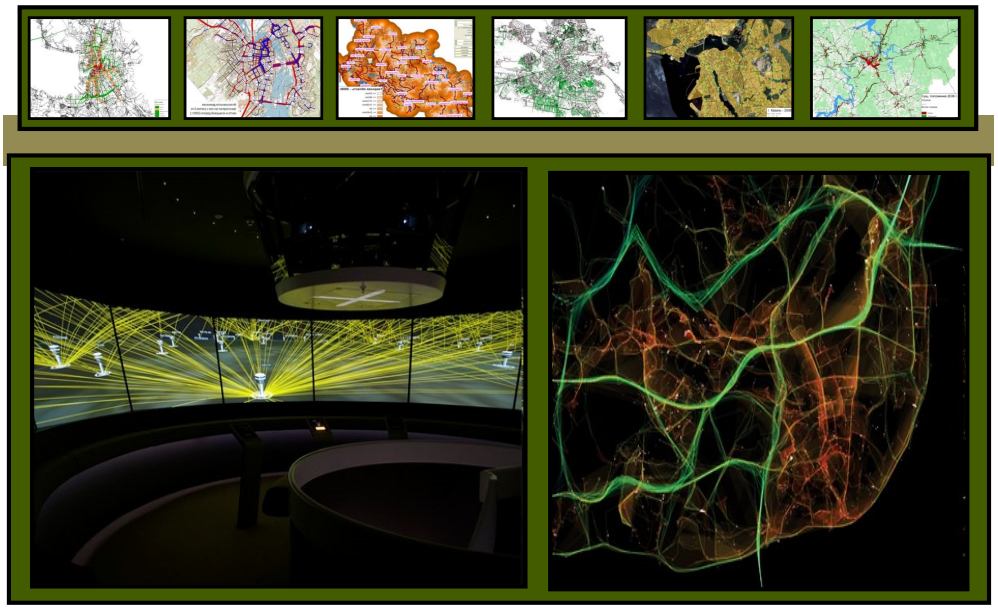

Рис. 8. Моделирование транспортного процесса мегаполиса

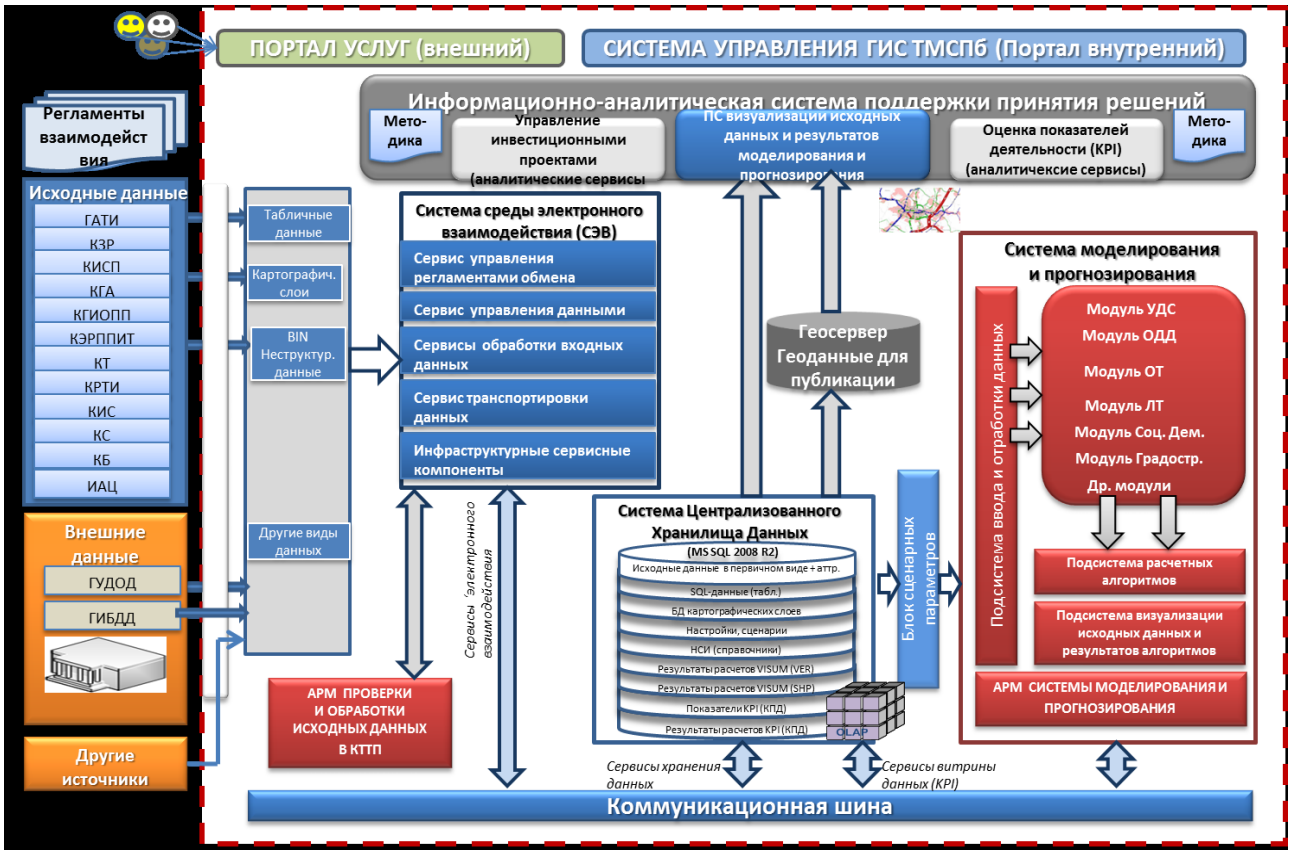

Рис. 9. ГИС «Транспортная модель Санкт-Петербурга»

Целью работ по разработке данной системы является создание инструмента для поддержки принятия решений в области управления транспортным комплексом на основе единой транспортной модели Санкт-Петербурга, позволяющей проводить:

- сбор, обработку, хранение и визуализацию исходных транспортных, градостроительных и социально-экономических данных;
- моделирование транспортной системы Санкт-Петербурга в существующей ситуации и на прогнозные периоды с целью расчета объемов пассажиропотоков, интенсивности и условий движения всех видов транспорта на транспортной сети Санкт-Петербурга, расчета сценариев «что будет, если…», проработки вариантов оптимизации работы транспорта, оценки работы транспортной сети и проектов по развитию транспортной инфраструктуры.

Работы выполнялись на основании постановлений Правительства Санкт-Петербурга «Об утверждении Транспортной стратегии Санкт-Петербурга до 2025 года» и «О создании информационной системы Санкт-Петербурга «Транспортная модель Санкт-Петербурга» №1321 от 12.09.2011 г.

Начиная с 2006 г., под управлением специально созданного ФГУ «Дирекция по управлению федеральной целевой программой «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах» реализовался проект по интеллектуализации дорожного движения в стране (рис.10). В нем участвовали Федеральный центр, субъекты Российской Федерации, муниципальные образования. 20 городов в 2008 г. получили поддержку из этой федеральной Программы. К 2012 г. все крупные города Российской Федерации

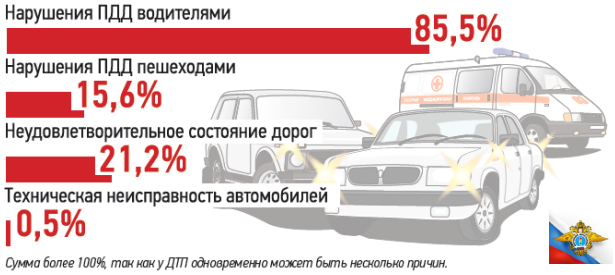

Рис. 10. Причины ДТП в Российской Федерации в 2011 г.

Рис. 11. Федеральный пилотный проект «Инновационная дорога»

должны были пройти этапы модернизации и развития АСУДД.

В январе 2013 г. в России объявлено о начале Федерального пилотного проекта «Инновационная дорога». Его осуществляют Минэкономразвития, «Роснано», Федеральное дорожное агентство, правительства Москвы, Республики Татарстан и Рязанской области. В рамках данного проекта (рис.11) на опытных участках на каждый дорожный знак поставят электронную метку, что позволит в случае нештатных ситуаций срочно принимать меры. Но самое главное то, что знак сможет общаться с водителем. Для этого на автомобиль установят датчики, которые будут держать связь с разными системами оповещения, в том числе и со знаками на дороге. Они смогут заранее предупреждать, что впереди ограничения по скорости, авария, крутой поворот и т.д. Такой сигнал водитель ни в коем случае не пропустит.

Центром всего проекта будет интеллектуальная система управления транспортом. По всей длине трассы установят множество самых разных датчиков и видеокамер под контролем ГЛОНАСС, чтобы постоянно держать на контроле и сообщать обо всем, что происходит на дороге. Центральный пункт управления (ЦПУ) будет осуществлять расчеты трафика движения по городу и управлять работой светофоров (рис.12). ЦПУ будет предлагать водителям наиболее выгодный для них маршрут с учетом аварий на трассе,

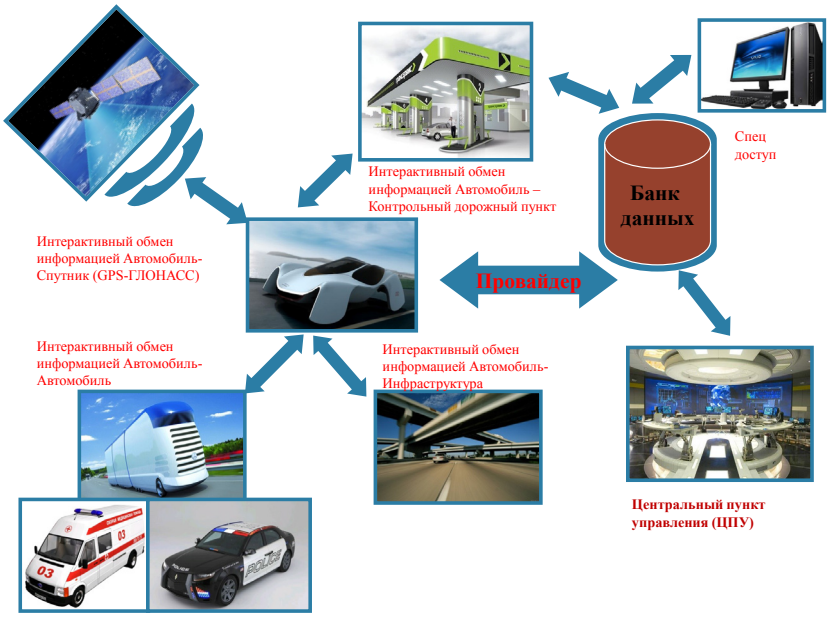

Рис. 12. Интеллектуальная транспортная система

пробок, строительных работ, различных возникающих неожиданных ситуаций, погодных условиях и т.д. Информация будет передаваться на интеллектуальную бортовую систему, установленную на автомобиле, или на световые табло, расположенные в наиболее проблемных точках инфраструктуры города.

Наконец, об интеллектуализации автомобилей. Большинство крупнейших автоконцернов мира ведут интенсивные разработки в области интеллектуальных систем безопасного управления автомобилем. Больше всего интеллектуальных помощников реализуется на серийных автомобилях компании Volvo (рис.13). Уже в конце 2014 г. новый серийный Volvo XC90 научится замечать пешеходов и велосипедистов в темное время суток и автоматически замедляться и останавливаться в случае необходимости. Кроме того, он научится распознавать край дороги и опасные препятствия на проезжей части и обзаведется функцией автоматического подруливания. После обнаружения опасной траектории движения система прилагает требуемое усилие на руле и возвращает автомобиль на полосу движения. Как сказано в официальном сообщении компании, это – первая система, способная обнаружить физическое окончание дорожного полотна, что означает, что технология способна работать на дорогах без боковой дорожной разметки.

Рис. 13. Интеллектуальная система безопасного управления автомобилем компании Volvo

Вывод. Повсеместное внедрение ИТС позволит существенно снизить количество погибших и пострадавших в ДТП, что, безусловно, уменьшит потери экономики России, в том числе и за счет экологического ущерба, повысит эффективность транспортного комплекса России, что благотворно скажется на росте ВВП страны.

Таким образом, затраты на внедрение ИТС или хотя бы отдельных ее подсистем позволит в будущем избежать еще больших бюджетных потерь для страны, а участие бизнес-структур будет не только патриотично, но и выгодно для них.

В заключение приведем пример мегаполиса, где побеждены пробки – это японская столица Токио.

Дорог в Токио в семь раз больше, чем в Москве. Так, в российской столице на сегодняшний день протяженность дорожной сети составляет всего 3,6 тыс. км. В ближайшие три года в планах российской столицы строительство и реконструкция только 400 км дорог. А в Токио на сегодня насчитывается 28 тыс. км дорог, из них 2,8 тыс. км — скоростные платные магистрали.

Это при том, что по площади, численности и плотности населения два мегаполиса примерно сопоставимы. По официальным данным, на 2013 г. население Москвы составляет почти 12 млн человек (без жителей пригородов и приезжих). Население Токио на сегодняшний день составляет около 15 млн человек. Плотность населения Москвы – 4770 человек на квадратный километр, а Токио – 5966 человек. Автопарк японской столицы насчитывает 5,5 млн автомобилей, тогда как в Москве зарегистрировано около 4 млн машин и их число увеличивается на 25–30 тысяч в год. Кроме того, московский трафик разбавляется еще несколькими миллионами автомобилей из Подмосковья и транзитными авто.

Впрочем, в Токио не строят таких широких магистралей, как Садовое кольцо или МКАД в Москве, а делают акцент на протяженности новых дорог.

Токийские дороги зачастую проходят всего в нескольких метрах от жилых домов. За такое соседство с городским трафиком владельцы квартир получают от властей компенсацию. Впрочем, все подобные доро-

Рис. 14. Многоуровневые развязки в Токио

ги оборудованы шумоизоляционными щитами (рис.14).

Еще полвека назад, накануне токийской Олимпиады-64, дороги в японской столице начали строить в несколько этажей. Сейчас здесь, как и в Москве, действует радиально-кольцевая система магистралей. Всего в городе 12 колец, четыре из которых платные. Однако акцент в Токио все-таки сделан на радиальные направления, которые сетью расходятся от центра города. Многоуровневые паутины дорог возвышаются на бетонных опорах, порой достигая в высоту 30 метров. Зачастую дороги проходят сквозь небоскребы.

Практически в каждом японском автомобиле установлен навигатор, который предлагает маршруты в зависимости не только от загруженности дорог, но и от стоимости проезда. Деньги за проезд списываются бесконтактным способом в автоматическом режиме – автомобиль пересекает пункт взимания платы без остановки.

Информацию о ситуациях на дорогах Токио аккумулируют 17 тыс. инфракрасных датчиков, которые передают всю информацию в Центр управления транспортом города, подведомственный токийской полиции. Для сравнения: в Москве таких датчиков всего 3 тыс.

В помещении центра на стене установлен огромный информационный дисплей высотой 5 м и шириной 25 м со схематичным изображением городских дорог (рис.15).

В режиме реального времени на этом гигантском электронном табло отображается

Рис. 15. Центр управления транспортом города Токио

вся транспортная ситуация в городе – информация поступает в центр ежеминутно. Оценка степени загруженности дорог происходит по такому же принципу, что и у российского сервиса «Яндекс.Пробки». Красным цветом обозначены места серьезного скопления машин, желтым – небольшие затруднения, например, в 10 утра в будний день из 28 тыс. км дорог пробки наблюдаются в среднем только на 129 км.

Также в Центре управления токийским трафиком установлены 144 50-дюймовых монитора, на которых отображается информация, поступающая с 2 тыс. видеокамер, размещенных по всему периметру токийской транспортной системы. В японской столице нет участка дорог, который бы не покрывала современная система видеонаблюдения. При этом в помещении центра за всей ситуацией в городе наблюдают всего четыре полицейских. Они и формируют смену, которая дежурит в течение суток. Всего на службу поочередно заступают три смены.

15 тыс. «умных» светофоров города вовлечены в интеллектуальную транспортную систему Токио. Помимо того, что они в автоматическом режиме распределяют потоки, умные японские светофоры предотвращают многие аварийные ситуации.

Например, если машина не успевает проехать перекресток на разрешающий сигнал светофора, то система задерживает зеленый на несколько секунд, чтобы машины в потоке не столкнулись.

Реагирует светофор и на пешеходов, которые не успевают перейти перекресток. Кроме того, к единой интеллектуальной системе подключены все экстренные службы, включая полицию и скорую помощь. Когда едут такие автомобили, для избежания аварийных ситуаций светофоры включают для них «зеленую волну».

На дорогах города повсеместно размещены электронные табло, которые информируют водителей о путях объезда. Трафик на скоростных и обычных дорогах взаимосвязан. Поэтому эти информационные табло показывают, за какой промежуток времени можно проехать по тому или иному маршруту и сколько это будет стоить.

Офисные работники Токио добираются до своих небоскребов в основном на общественном транспорте. Просто так оставить машину на улице невозможно. В среднем месячный абонемент на парковку в центре города стоит около 15 000 иен (около 4500 рублей). Впрочем, в Токио невозможно зарегистрировать на себя новый автомобиль, если у будущего автовладельца нет в собственности машино-места.

Однако в Токио властям удалось создать современную комфортную сеть обществен-

Рис. 16. Линия токийского монорельса

ного транспорта. Основной поток пассажиров пользуется железнодорожным транспортом. Линии метро идут под землей, а разветвленная сеть городских электричек — по поверхности и на верхних уровнях. Отдельную сеть имеет монорельс (рис.16). Сетью метро покрыт весь периметр города. В Токио нет троллейбусов, но развита полноценная автобусная сеть. Все маршруты детально продуманы и не дублируют линии метро. В некоторых частях Токио выделены полосы для общественного транспорта, на которых приоритет перед автомобилями отдается автобусам.

Передовой опыт Токио не избавил полностью город от пробок. Однако японцам удалось сделать один из крупнейших мировых мегаполисов действительно комфортным для передвижения. И если житель города выбирает для поездок общественный транспорт, то он получает комфортную поездку за адекватные деньги. Офисные менеджеры пользуются личным автомобилем в основном в выходные дни. В будние дни по городу передвигаются люди, не привязанные к офису. Именно философия баланса – комфортного и быстрого передвижения на личном автомобиле, но не менее комфортного и еще более быстрого на общественном транспорте – позволила спасти Токио от пробок. Однако ключевым решением транспортных проблем города Токио стало масштабное строительство новых дорог, а ИТС – это интеллектуальный помощник.

© И. Г. Малыгин