



Федосеев // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. – Рязань, 2013. С. 195-196.

Т.И. Михеева, А.А. Осьмушин, С.В. Михеев

## СРЕДСТВА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ V2I В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ В УСЛОВИЯХ ПРИСУТСТВИЯ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В рамках сотрудничества СГАУ и компании Интелтранс разрабатывается модуль геоинформационной системы «ITSGIS», реализующий адаптивное управление транспортными потоками в условиях критических ситуаций, возникающих на улично-дорожной сети (УДС). Модуль базируется на использовании интеллектуальных транспортных систем, в частности, применяются средства коммуникации V2I (Vehicle-to-Infrastructure, транспортное средство – инфраструктура). В данной сфере накоплен значительный мировой опыт, на основании которого производится проектирование и разработка модуля системы.

Возникновение нештатных ситуаций на улично-дорожной сети населённого пункта приводит к затруднению движения транспортных средств. С ростом количества автомобилей актуальность проблемы перенаправления в критических ситуациях транспортных потоков на другие участки УДС возрастает из-за невозможности адекватного роста площади дорог.

Приоритетными направлениями развития интеллектуальных транспортных систем являются обеспечение безопасности дорожного движения и минимизация времени проезда. К функциям ИТС этого вида относятся: прогнозирование критических ситуаций, выявление заторов и дорожно-транспортных происшествий, разработка планов действий в критических ситуациях, информирование участников движения о возникновении нештатных ситуаций, перенаправление транспортных потоков с целью снизить нагрузку на участки УДС, подверженные влиянию критических ситуаций [1]. Преимуществом ИТС при работе в этих условиях является возможность интеграции всех источников информации, а также наличие алгоритмов и механизмов адаптивного управления дорожным движением. Динамические системы выбора маршрута движения позволяют учесть персональные потребности каждого участника движения в рамках глобальных целей дорожного движения.

ИТС позволяют реализовать следующие виды маршрутной навигации:

- автономное управление маршрутом при использовании водителем бортового компьютера с базой данных о транспортной сети для выбора маршрута движения;



- динамическое управление маршрутом при двухстороннем обмене информацией между водителем и подсистемой информационного провайдера;
- динамическое управление маршрутом с элементами автоматического вождения автомобиля при помощи адаптивного круиз-контроля и других компьютерных бортовых систем.

Средствами воздействия на транспортные потоки в системах адаптивного управления дорожным движением являются управляемые дорожные знаки и табло переменной информации, радиотрансляции, придорожные передатчики, системы спутниковой навигации. Совокупность таких средств представляет собой способ обмена данными Vehicle to Infrastructure (V2I). Средства V2I, используемые в ИТС, представлены на рис. 1. Обмен данными Vehicle to Vehicle (V2V), осуществляемый непосредственно между транспортными средствами по радиоканалам, способствует расширению зоны распространения информации и является необходимым условием децентрализации ИТС.



Рис. 1. Структурная схема обмена информацией V2I

Глобальная навигационная система GPS используется для передачи навигационных сигналов на всю территорию земного шара, позволяет определять координаты любого объекта, скорость его движения и точное время. В структуру навигационной системы входят спутники, наземные системы управления (в том числе и ИТС) и пользовательские устройства.

Отечественная альтернатива GPS – глобальная навигационная спутниковая система «ГЛОНАСС» развернута в начале 90-х гг. Создание «ГЛОНАСС», единой информационной транспортной системы России, единой логистической системы комбинированных перевозок осуществляется в настоящее время по



госзаказу с привлечением заинтересованных в транзитных перевозках и совместимости информационной базы логистических систем [2].

Схема принятия решений в процессе управления транспортными потоками при возникновении критической ситуации приведена на рисунке 2.

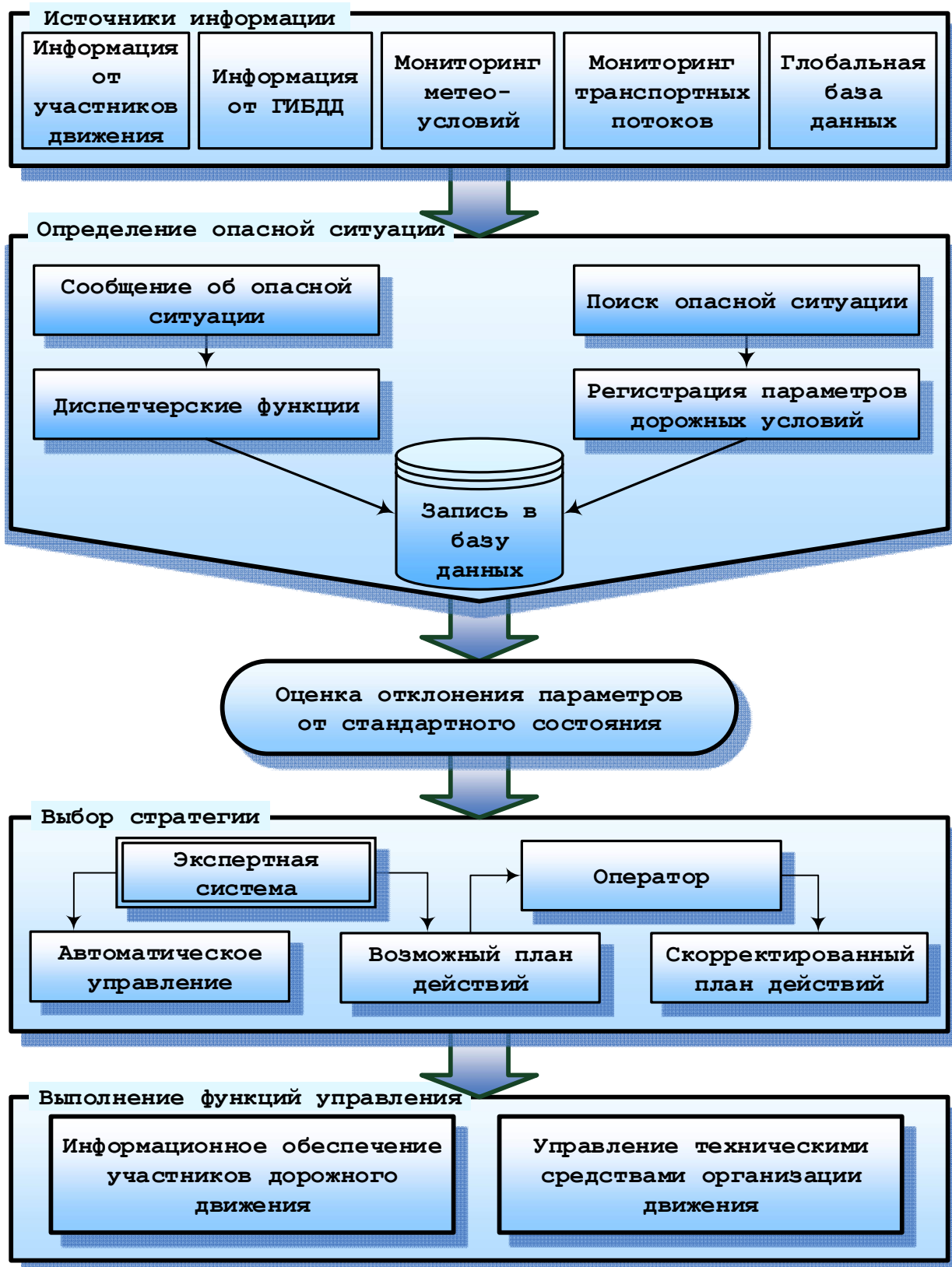


Рис. 2. Управление транспортными потоками в критических ситуациях



Примером такой системы является COMPANION (Мюнхен) [3] – система информирования участников движения на скоростных магистралях о потенциально опасных участках на маршруте движения, дорожной обстановке (затор, аварийные работы, дорожно-транспортное происшествие) с помощью специальных световых маяков, установленных на трассе через каждые 50 м. Система COMPANION способствует предупреждению одиночных и множественных ДТП за счет анализа и идентификации потенциально опасных ситуаций, возникающих во время движения транспортного потока. Источниками информации для принятия системой решения являются цифровые видеокамеры, детекторы тумана, микроволновые транспортные детекторы, устанавливаемые через 250 м.

Такая насыщенность дороги транспортными детекторами позволяет получить высокую степень разрешения при выявлении резких колебаний характеристик транспортных потоков, что является одним из основных признаков опасной ситуации. Система COMPANION имеет возможность взаимодействия с автомобилями, снабженными GPS-навигаторами, отображая на цифровых картах информацию об опасных участках на маршруте следования, выдавая рекомендации по скоростному режиму и безопасной дистанции.

Автоматизированная система обнаружения дорожно-транспортных происшествий VELEC разработана во Франции и эксплуатируется в Бельгии, Испании, Германии. Система функционирует на основе информации о характеристиках транспортных потоков, поступающей от транспортных детекторов и цифровых видеокамер. При анализе транспортных потоков происходит идентификация автомобилей, движущихся с резкими колебаниями скорости, медленно движущихся и остановившихся автомобилей.

В последние годы значительное развитие получили методы и технические средства контроля за выполнением установленных ограничений скорости движения. В настоящее время только в Нидерландах реализуется более 50 различных программ подобного направления на скоростных магистралях, дорогах общего пользования, УДС городов [1]. Водители получают информацию о регламентируемой скорости движения и автоматизированно ведущем контроле за соблюдением регламента, осуществляемом различными техническими средствами от мобильных радаров до постоянно работающих цифровых видеокамер.

Приведенные в таблице 1 данные исследований в Австралии и Англии показывают, что эффективность контроля скорости с помощью компонентов ИТС выше по сравнению с типичными методами контроля, связанными с физическим присутствием дорожных полицейских [4].

Анализ ДТП с участием грузовых автомобилей показывает, что значительная доля аварий происходит в динамически узких местах, на участках с ограничением скорости и запрещением обгона, в зонах дорожных работ. Система предупреждения ДТП [5] разработана на основе технологий ИТС и обеспечивает идентификацию грузовых автомобилей в процессе движения, информационное обеспечение с помощью управляемых дорожных знаков. При иден-



тификации грузовых автомобилей на подходе к этому участку происходит взвешивание автомобиля в движении, определение числа осей и типа автомобиля, его скорости и интервала до впереди идущего транспортного средства. С учетом этой информации и данных о транспортно-эксплуатационных и геометрических характеристиках дороги определяется безопасная скорость для данного типа автомобиля. Это значение скорости с соответствующим пояснением отображается на информационном табло управляемых дорожных знаков.

Таблица 1. Эффективность контроля скорости с помощью компонентов ИТС

Периоды наблюдений	Доля автомобилей, превышающих установленный скоростной режим, %	
	Физическое присутствие полицейских	Интеллектуальная транспортная система
До начала контроля скорости	77	60
Во время контроля скорости	23	12
По окончании контроля скорости (регистрации скорости при ИТС)	71	8

Моделирование, проведенное в Японии, показало, что ТС, оборудованные навигационными устройствами для оперативного выбора маршрута, могут сэкономить до 11% времени проезда, для условий Лондона - 6-7% времени проезда. Если 100% всех транспортных средств будет оборудовано такой системой, время проезда сократится на 6% [6].

В настоящее время подобные навигационные системы устанавливаются на многих моделях грузовых и легковых автомобилей в заводской комплектации.

Компания Интелтранс разрабатывает и производит светодиодные дорожные знаки, в том числе и знаки переменной информации, способные интегрироваться в интеллектуальную транспортную систему на базе геоинформационной системы «ITSGIS» [7]. В данную систему включены разработанные модули управления транспортными потоками в условиях присутствия нештатных ситуаций на УДС. Система содержит в себе граф УДС города, паспортные и статистические данные дорог и транспортных потоков, модули дислокации дорожных знаков, светофоров и прочих объектов и т.п. Наличие большого количества хранимой в системе информации позволяет осуществлять моделирование дорожного движения и реализовать сложные алгоритмы управления транспортными потоками, зависящие от множества параметров.

### Литература

1. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Т.И. Михеева – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
2. Gilev S.E., Gorban A.N., Mirkes E.M. Several methods for acceleration the training process of neural networks in pattern recognition. USSR Academy of Sciences, Siberian Branch, Institute of Biophysics, Krasnoyarsk, 1990. Preprint N 146.



3. Schatz P. COMPANION for the road. //Traffic technology international. Annual Review. April/May, 1998. Pp. 103-106.
4. Bauman D., Fierro D. Intelligent Transportation System in plain English // Traffic technology international, Oct/Nov, 1998. Pp. 53-56.
5. Daniel T., Lepers B. Automatic incident detection: a key tool for Intelligent traffic management // Traffic technology international. Annual Review, 1996. P. 158-162.
6. Inose H., Fujisaki, Hamada T. Road traffic control theory based on a macroscopic traffic model. - Journal of the Institute of electrical engineers of Japan, 1967, vol. 87. P. 1591-1600.
7. Осьмушин А.А. Светодиодные знаки для управления транспортными потоками // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-8077>.

О.Н. Сапрыкин, О.В. Сапрыкина

## ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДИФИКАЦИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика  
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Известны различные типы математических моделей сложных систем, конкретный вид которых обусловлен областью их приложения, степенью охвата факторов, подробностью отображений физических явлений и целями исследования. Выделим базовые общесистемные принципы построения подобных моделей:

- разделение системы на функциональные объекты и связи;
- декомпозиция сложных систем;
- стратификация модели по уровням представлений;
- формирование стратифицированных пространств состояний.

Решение задачи модификации улично-дорожной сети требует представления исследуемой предметной области в виде структурированной цифровой модели. Математическая модель транспортной инфраструктуры представляется совокупностью трех составляющих  $\{\tilde{\Theta}, \tilde{S}, \tilde{O}\}$ :  $\tilde{\Theta}$  – улично-дорожная сеть;  $\tilde{S}$  – макромодель транспортного потока;  $\tilde{O}$  – дорожные объекты.

Улично-дорожная сеть  $\tilde{\Theta}$  – это совокупность 3-х множеств  $\{\Theta^x, \tilde{V}, \tilde{E}\}$ : участков дороги, узлов и дуг, соответственно. Элементы каждого множества имеют определенный набор параметров. Причем  $\Theta_i$  может представлять как всю улично-дорожную сеть города, так и отдельные его части