

УДК 004.9

## ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ V2I В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

© 2014 С.В. Михеев, А.А. Осьмушин, О.К. Головнин

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

Поступила в редакцию 17.12.2013

В статье рассматривается управление транспортными потоками в условиях критических ситуаций на улично-дорожной сети. Приводится обзор технологий, используемых для передачи управляющих и информационных сигналов транспортным средствам:

Ключевые слова: геоинформационная система, V2I, критическая ситуация, адаптивное управление, управляемый дорожный знак.

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

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 возможном появлении 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.

*Михеев Сергей Владиславович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте. E-mail: mikheevati@its-spc.ru  
Осьмушин Алексей Александрович, аспирант.  
E-mail: mikheevati@its-spc.ru  
Головнин Олег Константинович, аспирант.  
E-mail: mikheevati@its-spc.ru*

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), осуществляется непосредственно между транспортными средствами по радиоканалам, способствует расширению зоны распространения информации и является необходимым условием децентрализации ИТС.

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



**Рис. 1.** Структурная схема обмена информацией V2I

России, единой логистической системы комбинированных перевозок осуществляется в настоящее время по госзаказу с привлечением заинтересованных в транзитных перевозках и совместности информационной базы логистических систем [2].

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

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.

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.

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 над выполнением установленных ограничений

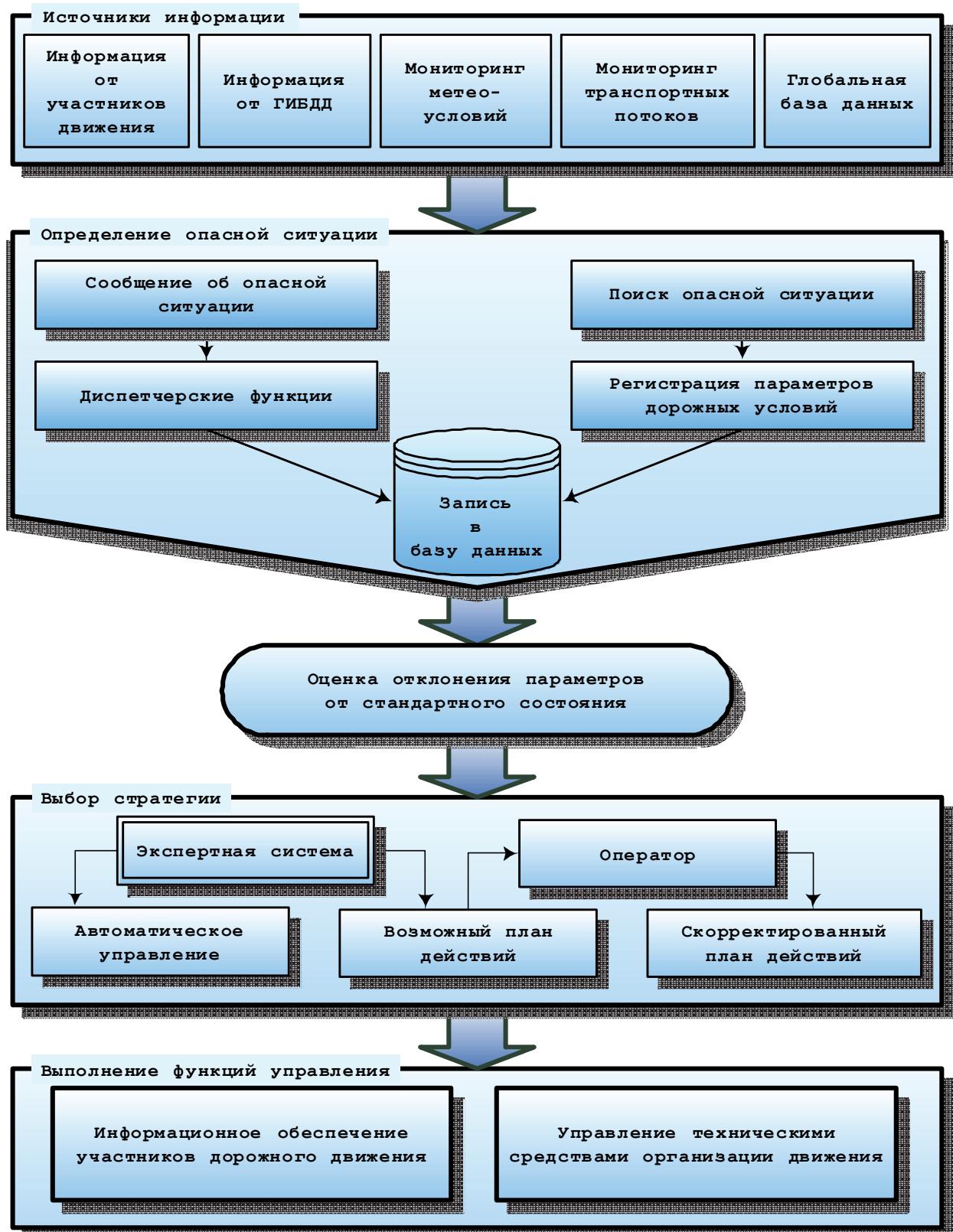


Рис. 2. Управление транспортными потоками в критических ситуациях

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 автоматизировано ведущемся контроле над соблюдени-

ем регламента, осуществляя различными техническими средствами от мобильных радаров до постоянно работающих цифровых видеокамер.

Приведенные в табл. 1 данные исследований в Австралии и Англии показывают, что эффективность контроля скорости с помощью компонентов ИТС выше по сравнению с типичными

**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

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 идентификации 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.

Моделирование, проведенное в Японии, показало, что транспортные средства, 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%.

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.

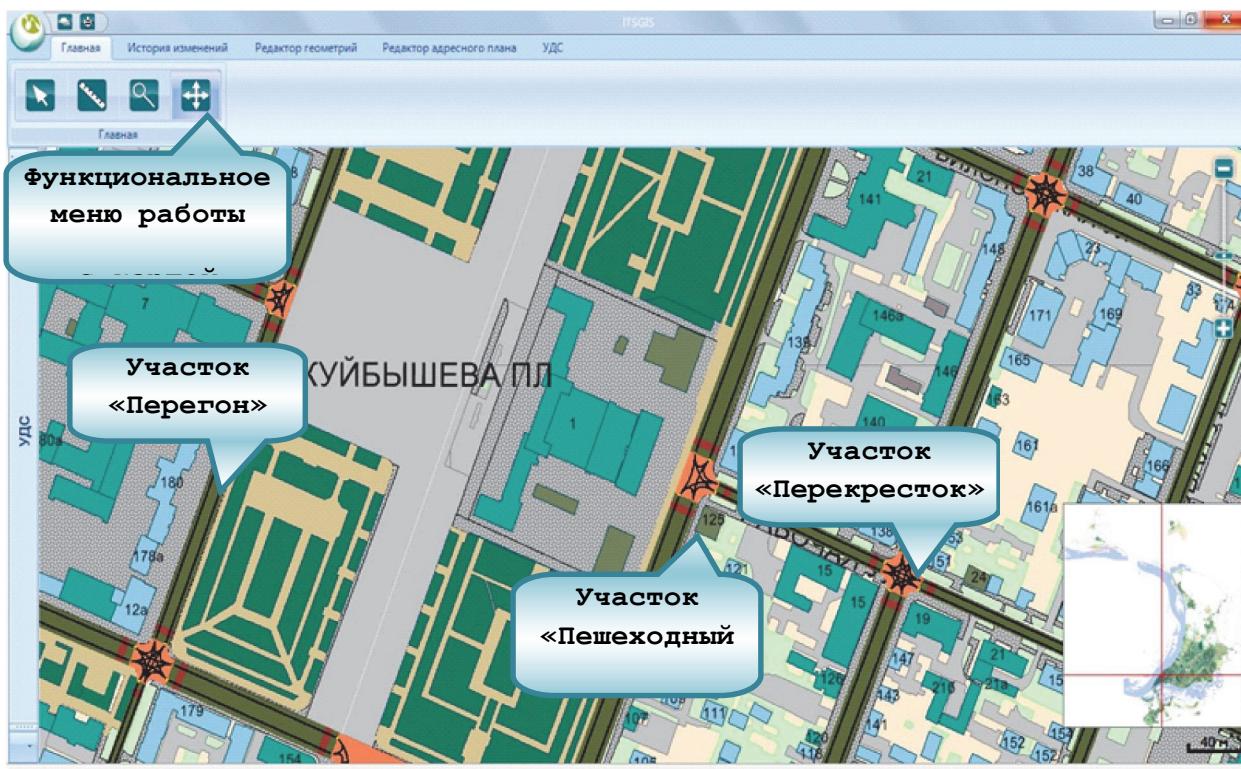
Проезжие части модели УДС в «ITSGIS» представлены в виде объектов типа «Участок». «Участок» – физический участок УДС (многоугольник на плоскости), описываемый единым набором физических параметров. С объектом типа «Участок» связаны два или более объекта типа «Узел». «Узел» – место возможного разделения потоков транспортных средств. Узел является вершиной графа, описывающего движение транспортного потока. Два узла соединяют объекты типа «Дуга». «Дуга» – это дуга ориентированного графа, задающая направление движения транспортного потока на участке и содержащая соответствующие характеристики (длина дуги, интенсивность движения в данном направлении и т.д.). На одном участке может проходить несколько дуг (потоков), при этом дуга может находиться только внутри единственного участка.

Все данные, привязанные к карте, хранятся в виде слоев – набора однотипных данных. Глобально процесс построения графа сводится к анализу исходной карты и созданию трех слоев: дуг, узлов и полигонов.

Процесс анализа исходных данных начинается с выделения прямых участков дорог и перекрестков. Эта задача решается методом поиска точек пересечения осевых линий. Осевая линия представляет собой ломаную линию, расположенную внутри полигона дороги и не выходящую за его пределы. При помощи алгоритма трассировки лучей из центра перекрестка производится поиск границ перекрестка и определение его конфигурации. Затем выполняется анализ слоя карты дорог на выделение из дороги участков-перегонов. На основе слоя полученных участков создаются слои узлов и дуг, образующих граф УДС.

Для областей карты, которые не поддаются автоматическому анализу, реализован ручной способ редактирования графа УДС. Пользователь получает соответствующие инструменты работы со слоями дуг, узлов и участков.

Промежуточный результат работы системы – построение графа и модели УДС – представлен на рис. 3.



**Рис. 3.** Карта с автоматически выделенными участками УДС с критическими ситуациями

В качестве платформы разработки данного проекта выбрана .NET Framework, язык программирования C# и СУБД PostgreSQL.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем. Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. Several methods for acceleration the training process of neural networks in pattern recognition // S.E. Gilev, A.N. Gorban, E.M. Mirkes. 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., 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. Осмушин А.А. Светодиодные знаки для управления транспортными потоками. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-8077> (дата обращения 12.11.2013).
8. Мухеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.

#### V2I INFORMATION EXCHANGE DURING CRITICAL SITUATIONS IN GEOINFORMATION TRANSPORTATION SYSTEM

© 2014 S.V. Mikheev, A.A. Osmushin, O.K. Golovnin

Samara State Aerospace University named after Academician S. P. Korolyov  
(National Research University)

Traffic flow management during critical situations at the road network is described in the article. Gives an overview of the technologies used to transmit control and information signals to vehicles:

Keywords: geoinformation system, V2I, critical situation, adaptive management, managed road sign.

Sergey Mikheev, Candidate of Technical Science, Associate Professor at the Transport Organization Department.

E-mail: [mikheevati@its-spc.ru](mailto:mikheevati@its-spc.ru)

Aleksey Osmushin, Postgraduate Student.

E-mail: [mikheevati@its-spc.ru](mailto:mikheevati@its-spc.ru)

Oleg Golovnin, Postgraduate Student.

E-mail: [mikheevati@its-spc.ru](mailto:mikheevati@its-spc.ru)