



ти роли: диспетчер, кассир, старший диспетчер, кассир по возврату билетов и др. При открытии сеанса субъекту приписывается набор компетенций в зависимости от компетенций пульта и оператора, права доступа по принадлежности определяются набором прав, которые делегированы организации, которой принадлежит субъект.

Для контроля доступа к картотекам разработан универсальный двухуровневый механизм. Операции над картотеками унифицированы: создание новой карточки, ее удаление, коррекция и чтение существующей карточки.

Системотехнические средства обеспечивают информационную надежность системы, правила организации дискового пространства для обеспечения быстродействия системы и надежности хранения данных. Сетевой процессор системы позволяет взаимодействовать с отечественными и зарубежными системами, а также организовать агентскую сеть практически любой сложности, в основном ориентируясь на Интернет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система "Сирена" была запущена в эксплуатацию в 1972 г. и уже тогда объединила в себе целый ряд передовых идей и технологий, что позволило ей не только успешно решать свои задачи, но и постоянно развиваться функционально, технологически и технически. Описанная в настоящей статье система "Сирена-2.3" демонстрирует, как далеко продвинулось развитие систем этого семейства за прошедшие тридцать с лишним лет, и показывает, что используемая в ней платформа, архитектура и базовые решения позволяют продвигать систему в другие прикладные области систем массового обслуживания населения, постоянно расширяя круг пользователей и методы доступа к информации.

☎ (495) 725-09-01.

E-mail: levin@tais.ru

vlovsy@tais.ru



УДК 6567:62-52

ОБЩЕГОРОДСКАЯ АСУ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В МОСКВЕ (СИСТЕМА "СТАРТ") И ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

М. П. Печерский, Б. Ю. Лившиц

МосгортрансНИИпроект, г. Москва

Описана автоматизированная координированного управления транспортными потоками, управления потоками в экстремальных ситуациях, видеообозрения, регистрации и мониторинга потоков, а также система управления движением транспорта в комплексе Лефортовских тоннелей.

ВВЕДЕНИЕ

Резкий рост автомобильного парка и отсутствие значительных резервов повышения пропускной способности уличной сети путем дорожно-мостового строительства вызывают необходимость развития системы управления движением транспорта. Это обусловило принятие ряда постановлений Правительства Москвы, в соответ-

ствии с которыми в Москве создана и непрерывно развивается телеавтоматическая система управления движением транспорта "Старт".

Ее применение увеличивает эффективность использования дорожно-уличной сети, снижает задержки транспорта на перекрестках, повышает скорости сообщения и безопасность движения, а также способствует снижению расхода горюче-смазочных материалов и оздоровлению экологической обстановки.



В настоящее время зона действия системы охватывает центр и большинство важнейших магистралей города.

1. ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ "СТАРТ"

Система "Старт" предназначена для выполнения следующих основных функций.

Автоматическое координированное управление светофорными объектами. Координация заключается в организации согласованной работы светофоров на смежных перекрестках, для чего с помощью соответствующих математических моделей выполняется многокритериальная оптимизация на сети улиц. Программы координации адаптивно переключаются либо по расписанию (по времени суток и дням недели), либо по параметрам транспортных потоков.

Оперативное диспетчерское управление движением транспорта в экстремальных ситуациях, задание специальных режимов светофорного регулирования.

Телевизионный надзор за транспортной ситуацией и оперативной обстановкой в наиболее напряженных узлах дорожно-уличной сети.

Автоматический мониторинг транспортных потоков (сбор и анализ данных об интенсивности, скорости движения, занятости и составе потока от различных детекторов транспорта).

Автоматическое и оперативное диспетчерское управление движением транспорта на скоростных магистралях города, в том числе автоматическое обнаружение затопов и ДТП, и управление движением в тоннелях.

Автоматизированное информирование участников движения о дорожно-транспортной ситуации с помощью динамических информационных табло и управляемых дорожных знаков.

Контроль и диагностика периферийного оборудования и каналов связи.

Система спроектирована в соответствии с архитектурой "клиент — сервер" на базе современных программных и аппаратных решений, обеспечивающих ее открытость, расширяемость и высокую надежность. Она построена по иерархическому принципу. В упрощенном виде структура системы имеет топологию типа "многоуровневой звезды".

В системе можно выделить три уровня: общегородской центр системы, зональные центры управления движением и периферийное оборудование объектов. Информационное взаимодействие между различными уровнями системы осуществляется по различным сетям передачи данных.

Структура комплекса технических средств (КТС) системы приведена на рис. 1.

В состав КТС общегородского центра управления входят:

- центральный сервер базы данных системы, реализованный на кластере SunFire 3800 компании "Sun Microsystems"; он функционирует под управлением относящейся к семейству Unix операционной системы Sun Solaris и системы управления базами данных (СУБД) IBM Informix;

- серверы приложений, предназначенные для реализации алгоритмов автоматического и оперативного

диспетческого управления движением, мониторинга транспортных потоков, информирования водителей, диагностики периферийного оборудования и др. (серверы Sun Ultra E3000 и E450 с операционной системой Solaris);

- рабочие станции оперативного и административного персонала системы — персональные компьютеры с архитектурой Winetel (Intel / Microsoft Windows 2000);

- центральное оборудование подсистемы телевизионного надзора компании "Grundig-Plettac";

- коллективные средства отображения на базе видеостен компании "Synelec" и телевизионных полиграфов;

- сетевое (Ethernet 10/100/1000 Base-T) и коммуникационное оборудование.

Все оборудование общегородского центра размещено в зале вычислительного комплекса и диспетческом зале. Планировка диспетческого зала выполнена с учетом разбиения всей территории города на семь зон секторов оперативного управления — центр города в пределах Садового кольца и шесть зон между Садовым кольцом и Московской кольцевой автодорогой.

Каждая из них оборудована рабочими местами операторов, коллективными средствами отображения информации (полиэкроном подсистемы телевизионного надзора за движением и видеостеной) и аппаратурой связи. К одной зоне оперативного управления (одному сектору) может относиться несколько зональных центров управления движением. Работа операторов зон координируется ответственными дежурными по городу, имеющими свои оборудованные соответствующим образом рабочие места.

Конфигурация зональных центров управления переменная и зависит от возлагаемых на них функций. В большинстве случаев в состав КТС зонального центра входят:

- зональный мастер-контроллер на базе высоконадежного (200 тыс. ч наработка на отказ) промышленного контроллера Motorola MVME 172, работающего под управлением операционной системы реального времени OS9 компании "Microware". В зависимости от конфигурации обеспечивается управление от 16 до 144 объектами, удаленными на расстояние до 20 км;

- рабочее место инженера-оператора движения;

- сетевое и коммуникационное оборудование.

В отдельных зональных центрах также устанавливается оборудование подсистемы телевизионного надзора, коллективные средства отображения информации, оборудование подсистемы информирования участников движения, а также средства цифровой видеозаписи. В связи с расширенным объемом задач зональных центров третьего транспортного кольца (в частности, в связи с управлением движением в тоннелях) в состав их КТС помимо перечисленных технических средств входит сервер.

Зональный центр работает, как правило, в автоматическом режиме, диспетческое управление осуществляется при необходимости. При отказе общегородского центра или сети передачи данных между центрами управление автоматически передается на зональный уровень, что приводит лишь к частичному сокращению функциональности системы.



КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ "СТАРТ"

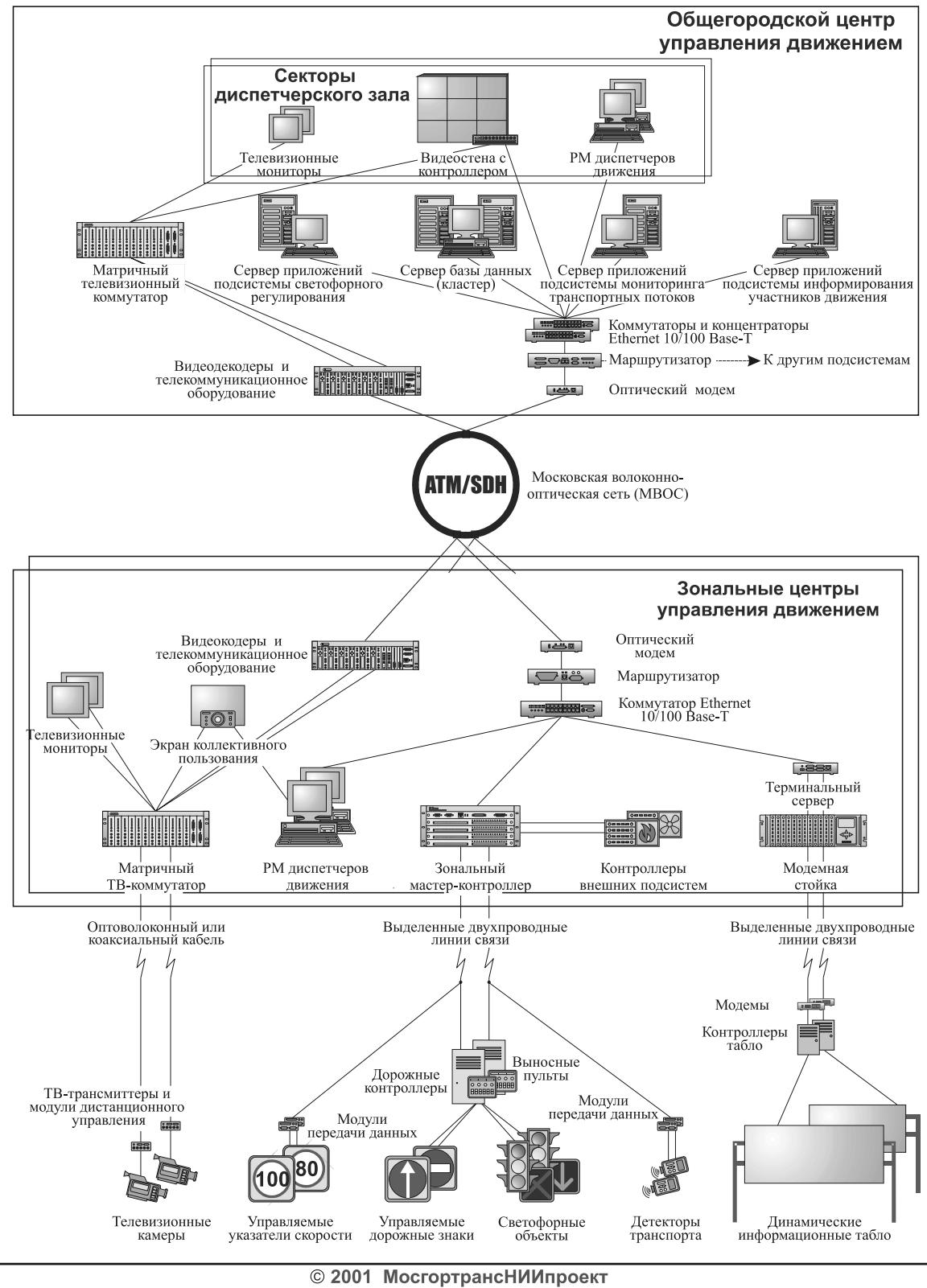


Рис. 1



В состав КТС периферийного объекта могут входить:

- системный дорожный контроллер;
- светофоры, в том числе транспортные трехсекционные и реверсивные;
- многополосные детекторы транспорта, измеряющие объем движения, скорость, занятость и состав потока (в настоящее время применяются радиолокационные и видеодетекторы, не требующие для их установки вскрытия дорожного полотна);
- управляемые и стационарные передающие телевизионные камеры;
- динамические информационные табло;
- управляемые шлагбаумы;
- управляемые дорожные знаки и указатели скорости;
- детекторы негабаритного груза;
- соответствующая приемо-передающая аппаратура.

Важным компонентом такой территориально-распределенной системы, как система "Старт", являются сети передачи данных.

Для организации обмена информацией между общегородским и зональными центрами широко используется Московская волоконно-оптическая сеть, оператором которой является МТК "Комкор". Она работает по технологии синхронной цифровой иерархии (SDH) и хорошо зарекомендовала себя в качестве надежной высокоскоростной мультимедийной сети с достаточно разветвленной инфраструктурой. По сети осуществляется транспортировка как трафика TCP/IP, так и значительных объемов видеинформации. В отдельных случаях используются выделенные волоконно-оптические каналы связи. Подключение к зональным центрам периферийного оборудования подсистем светофорного регулирования и мониторинга транспортных потоков осуществляется по имеющимся выделенным медным линиям. Обмен данными с имеющимся парком дорожных контроллеров ведется по специализированному синхронному протоколу (информация поступает параллельно по всем каналам со скоростью 100 бит/с). В подсистеме информирования участников движения контроллеры динамических табло работают через обычные модемы для каналов тональной частоты. Телевизионный сигнал от камер передается в зональный центр в аналоговом виде по волоконно-оптическим каналам или, при незначительном удалении от него, по коаксциальному кабелю.

Прикладное программное обеспечение включает в себя серверный и клиентский компоненты, взаимодействующие между собой как через базу данных (работающую под управлением СУБД IBM Informix), так и напрямую, с использованием сетевого интерфейса sockets. Наряду с выполнением основных функций системы оно позволяет:

- реализовать координированное управление светофорными объектами по программам координации, рассчитанным с помощью математических моделей Transyt-7F Release 10.1 и TSIS v.5.1 (США);
- применять различные стратегии управления в соответствии с периодом суток, днем недели и сезоном или осуществлять адаптивное управление (к параметрам транспортных потоков);
- задавать программу координации и специальные режимы управления ("желтое" мигание, локальный ре-

жим, отключение светофоров) на отдельных объектах и в районе в целом по команде оператора;

- отрабатывать процедуру плавного переходного периода при смене программы координации и при вводе объектов в координацию после завершения специальных режимов;
- включать и выключать "зеленые улицы" для проезда специального транспорта по запросам с выносных пультов и по команде оператора;
- отображать в реальном времени на карте-схеме района режим работы объектов (координированный, диспетчерский, локальный, "желтое" мигание, отключение светофоров, "зеленая улица", неисправность);
- отображать в реальном времени на общей карте-схеме степень загруженности улично-дорожной сети;
- отображать в реальном времени схемы перекрестков с указанием разрешенных и запрещенных направлений движения, а также общую схему организации движения и расстановки технических средств;
- контролировать состояние периферийного оборудования и каналов связи, осуществлять их расширенную диагностику;
- формировать различные графики, журналы и отчеты, в частности, для анализа параметров транспортных потоков.

Графический интерфейс пользователя нагляден и прост в освоении.

Внедрение системы позволяет достичь следующих расчетных технико-экономических показателей:

- снижение задержек транспорта на 20...25 %;
- уменьшение времени поездки на 10...15 %;
- уменьшение массы выбросов оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и других вредных веществ на 5...10 %;
- снижение потребления горючего на 5...15 %.

2. ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ "СТАРТ-ЛЕФОРТОВО"

Дальнейшим развитием действующей общегородской системы "Старт" является автоматизированная система управления движением транспорта в комплексе Лефортовских тоннелей "Старт-Лефортово" (рис. 2).

Комплекс Лефортовских тоннелей расположен в районе пересечения внутригородской кольцевой магистралью (третим транспортным кольцом) района Лефортово. Он состоит из тоннеля глубокого заложения длиной 2,9 км, двух тоннелей мелкого заложения длиной 1,5 км и 1,1 км и открытой части с мостом через р. Яузу.

Система управления движением предназначена для реализации:

- автоматического и автоматизированного управления движением транспорта в тоннеле и на подходах к нему;
- автоматического и автоматизированного определения различных возмущений в транспортном потоке, в том числе ДТП, предзаторовых и заторовых ситуаций в тоннеле;
- автоматического мониторинга транспортных потоков, сбора, накопления и обработки статистической информации о параметрах транспортных потоков во

Автоматизированная система управления движением в комплексе Лефортовских тоннелей

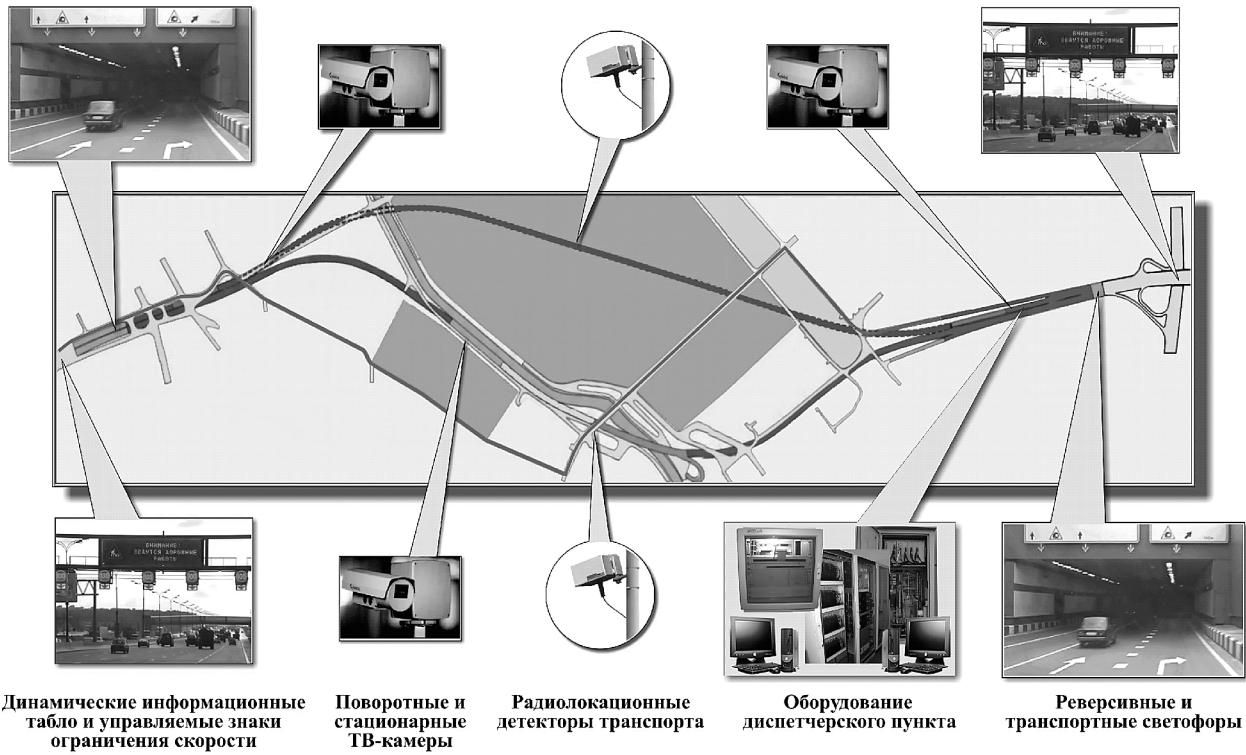


Рис. 2

- времени и пространстве туннеля, функционирования технических средств системы, работы диспетчерского и технического персонала;
- автоматического и автоматизированного информирования водителей об условиях движения в тоннеле;
 - автоматического координированного управления движением транспорта по объездному маршруту в случае закрытия глубокого тоннеля;
 - автоматического обнаружения транспорта с негабаритным грузом;
 - видеонаблюдения за движением транспорта.

Объектом управления системы является транспортный поток. Управляющие воздействия на транспортный поток осуществляются путем:

- переключения сигналов реверсивных и транспортных светофоров на въездах в тоннель;
- закрытием или открытием шлагбаумов на въездах в тоннель;
- изменения позиций на управляемых дорожных знаках и указателях скорости;
- отображением на расположенных на подъездах к тоннелям динамических информационных табло необходимой для водителей информации о ситуации в туннеле.

Комплекс технических средств системы построен по иерархическому принципу и имеет три уровня иерархии:

— периферийное оборудование подсистем управление въездами в тоннели, мониторинга транспортного потока, телевизионного надзора, информирования водителей, обнаружения негабаритного груза;

- средства сбора и передачи данных,
- центральное оборудование.

На нижнем уровне система обеспечивает автоматическое управление с помощью установленных на дорожно-уличной сети в районе Лефортовского комплекса:

- 14-ти дорожных контроллеров общего применения, управляющих транспортными трехсекционными светофорами;
- 11-ти дорожных контроллеров, управляющих реверсивными светофорами;
- 20-ти телеконтроллеров вертикальных и горизонтальных шлагбаумов;
- 88-ти телевизионных камер, в том числе 12-ти поворотных;
- 111-ти детекторов транспорта;
- 6-ти динамических информационных табло с текстовой и графической панелями;
- 14-ти управляемых знаков ограничения скорости;
- детекторов негабаритного груза.

Данные от периферийного оборудования по волоконно-оптическим и проводным каналам связи поступают в диспетчерский пункт, где расположен управляемый



щий вычислительный комплекс. Его основные компоненты:

- сервер, выполняющий функции как сервера базы данных, так и сервера приложений, отвечающего за координацию работы всех подсистем;
- мастер-контроллеры, обеспечивающие обмен данными с периферийным оборудованием подсистем управления въездами, мониторинга транспортных потоков и обнаружения негабаритного груза;
- телевизионные матричные коммутаторы;
- подсистема анализа видеоизображений, осуществляющая обнаружение остановки транспортного потока;
- коллективные средства отображения, включающие в себя видеостену и телевизионный полиграф;
- рабочие места диспетчеров, оборудованные персональными компьютерами и средствами радио- и телефонной связи.

Комплекс оснащается также подсистемой цифровой видеозаписи, необходимой для решения задач по архивированию и последующему анализу видеинформации при осложнении оперативной обстановки, возникновении заторов, ДТП, чрезвычайных ситуаций и других изменений условий дорожного движения, влияющих на бесперебойное движение транспорта.

Для повышения надежности основные компоненты управляющего вычислительного комплекса зарезервированы. Так, в качестве сервера применяется состоящий из двух узлов кластер, работающий под управлением операционной системы Linux, а для хранения поступившей в систему информации — дисковый массив RAID уровня 10. Из двух независимых источников поступают данные в подсистему обнаружения возмущений в транспортном потоке: от радиолокационных детекторов транспорта и от модуля анализа видеоизображений.

Вся поступившая в диспетчерский пункт информация визуализируется на мониторах рабочих станций диспетчеров, видеостене и телевизионном полиграфе. Графический интерфейс пользователя интуитивно понятен и максимально ориентирован на снижение времени реакции диспетчеров на различные события. В частности, в случае автоматического обнаружения возмущения в транспортном потоке на экран монитора рабочей станции диспетчера выдается соответствующее сообщение, а в окно на видеостене и на заранее определенный видеомонитор телевизионного полиграфа автоматически выводится изображение с той телевизионной камеры, в зоне видимости которой возникло ДТП или затор. Если оператор по телевизионному изображе-

нию убедился, что действительно имеет место ДТП или затор, то он может активизировать предложенный ему системой сценарий автоматического управления техническими средствами управления светофорной сигнализацией, шлагбаумами, управляемыми знаками и динамическими информационными табло для того, чтобы избежать серьезных последствий от возникшего возмущения.

В порядке дальнейшего развития и усовершенствования системы "Старт" в 2005 г. начата разработка подсистемы информирования водителей транспортных средств с применением новейшей технологии компьютерного распознавания речи, которая даст возможность водителям в любой момент времени связаться по телефону с системой "Старт" и в режиме самообслуживания получить рекомендацию оптимального маршрута следования. Для этого будет предусмотрен специальный компьютер, распознавающий и синтезирующий речь человека, который и будет обслуживать телефонные звонки от участников дорожного движения. При таком решении водители получат актуальную информацию при минимальных затратах средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проект системы "Старт" успешно прошел процедуру технического аудита, осуществленную экспертами Всемирного банка.

Генеральным проектировщиком системы и разработчиком ее прикладного программного обеспечения является Научно-исследовательский и проектный центр ГУП "Мосгортранс". Оперативное диспетчерское управление движением транспорта и техническую эксплуатацию оборудования системы осуществляет Центр телевизионного управления движением транспорта.

В 2004 г. введен в действие пусковой комплекс подсистемы управления движением на Новом Арбате, Кутузовском проспекте, на участках Можайское шоссе — Переделкино, Рублевском шоссе — Огарево, создаваемой по заказу Министерства транспорта РФ в рамках Федеральной целевой программы "Модернизация транспортной системы России", а также начато внедрение подсистемы "Старт-Лефортово".

☎ (495) 200-13-00

E-mail: mgtnip@dol.ru



Уважаемые читатели!

Если Вы не успели или забыли подписаться на журнал "Проблемы управления", то через редакцию Вы можете оформить льготную подписку в любое время и с любого номера (дешевле, чем через каталоги агентств) или приобрести номера журнала за прошедшие годы.

Можно также заказать электронные версии как необходимого Вам номера журнала, так и отдельных статей.

Обратитесь в редакцию по тел. (495) 330-42-66 или пришлите заказ по электронной почте (datchik@ipu.ru) — и подписка будет оформлена через один день. Расходы по пересылке журнала редакция берет на себя. Не забудьте указать свой полный почтовый адрес!

Наш адрес: 117997, Москва, В-342, ГСП-7, Профсоюзная ул., д. 65, ИПУ РАН, оф. 104.

