

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

УДК 656.13.08

В.И. Нестеров, А.В. Косолапов

АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

В США Федеральная программа **Интеллектуальных транспортных систем (ИТС - Intelligent Transportation Systems (ITS))** возникла в результате принятия Закона об эффективности интермодального наземного транспорта **ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)** в 1991 г.

Десятилетие исследований, испытаний, попыток применения различных вариантов систем на различных уровнях управления привело к созданию, в частности, следующих проектов:

- усовершенствованные системы информации для участников дорожного движения (**Advanced Traveler Information Systems (ATIS)**),
- усовершенствованные системы управления дорожным движением (**Advanced Traffic Management Systems (ATMS)**),
- усовершенствованные системы управления движением общественного транспорта (**Advanced Public Transportation Systems (APTS)**),
- усовершенствованные системы управления движением на загородных автомобильных дорогах (**Advanced Rural Transportation Systems (ARTS)**),
- эксплуатация коммерческих транспортных средств (**Commercial Vehicle Operations (CVO)**),
- усовершенствованные системы управления и безопасности автомобиля (**Advanced Vehicle Control and Safety Systems (AVCSS)**),
- автоматизированные системы загородных автомобильных дорог (**Automated Highway Systems (AHS)**),

- система предотвращения столкновения (**Collision Avoidance System (CAS)**).

В 2003 г. администрация США обнародовала план под названием **SAFETEA (Safe, Accountable, Flexible and Efficient Transportation Equity Act - Закон о безопасных, ответственных, гибких и эффективных перевозках)**, по которому за 6 лет должно быть потрачено 247 миллиардов долларов на поддержание существующей транспортной инфраструктуры и финансирование новых проектов.

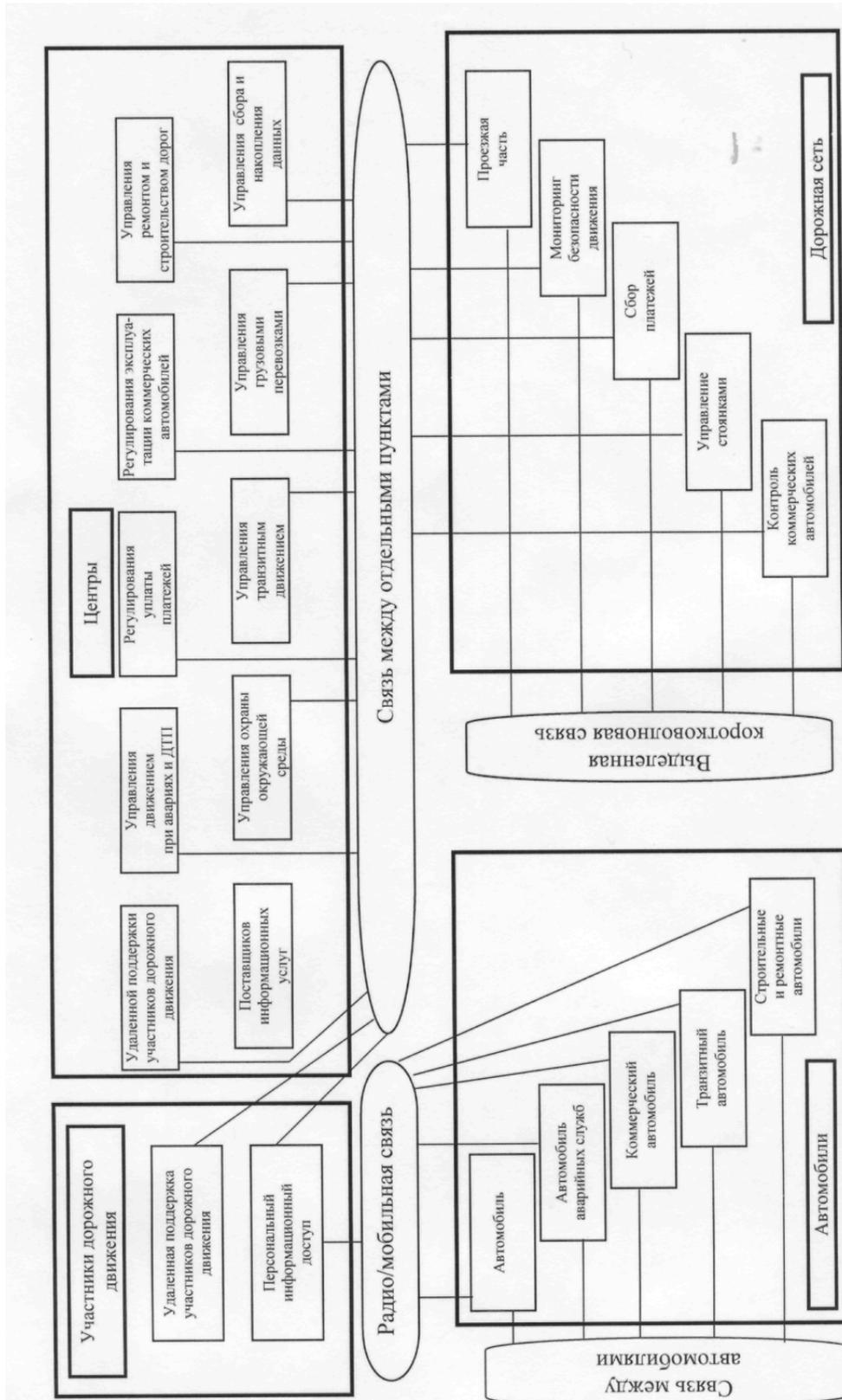
Прошлый план - Закон о перевозках в 21 веке (**Transportation Equity Act for the 21st Century**, сокращенно **TEA-21**) - был принят в 1998 году. Основной целью его было объединить разрозненные программы государственного финансирования перевозок в единый пакет. Бюджет **TEA-21** составлял 218 миллиардов долларов. **SAFETEA** продолжает традиции **TEA-21**, увеличивая государственные расходы еще почти на 30 миллиардов в течение 6 лет.

Министерство транспорта США опубликовало в мае 2003 года "Отчет по выгодам и затратам в ИТС", в котором подытожило всю имеющуюся на данный момент информацию по этому вопросу. В нем собраны не только различные инициативы по улучшению управления движением на автомобильных дорогах, но и детальные затраты по специально разработанной классификации.

Современные проекты ИТС в США наиболее часто делятся на категории именно в соответствии с финансированием, вы-

деленным в рамках бюджета **TEA-21**:

- "Умная" инфраструктура:
 - городская,
 - загородная,
 - коммерческих автомобилей (грузовиков и рейсовых автобусов);
 - "Умные" типы транспортных средств:
 - легковые автомобили,
 - городские автобусы для перевозки пассажиров,
 - грузовики,
 - спецтранспорт (скорая помощь, полиция, коммунальные службы);
 - Исследования и обеспечивающие технологии.
- Ведущими организациями мира, которые разрабатывают разные подходы к архитектурам автомобильных ИТС, можно назвать:
- **ITS America** - Общество "умных" перевозок Америки (**Intelligent Transportation Society of America**). Единая национальная архитектура ИТС США, которая де-факто становится и стандартом для стран **NAFTA**;
 - **ERTICO** - Европейский альянс по созданию и координации системы дорожной телематики (**European Road Telematics Implementation Coordination Organization**). Международная частно-государственная некоммерческая организация по "умной" транспортной системе и сервисам (**International public-private partnership for Intelligent Transport System and Services**). Европейская модель ИТС, сразу предусматривающая различия в архитектурах ИТС разных стран;



Физическая архитектура Национальной ИТС США (версия 5.0)

- ITS Japan - аналогичная ITS America и ERTICO частно-государственная организация Японии;
- ряд других сходных национальных организаций (ITS

Taiwan, ITS Australia, ITS China, ITS Argentina, ITS Germany и т.д.), устроенных по похожему принципу частно-государственной кооперации.

Деньги в этой кооперации

государства выделяют на:

- разработку стандартов;
- продвижение стандартов и идеологии ;
- реализацию пробных проектов, постепенно перехо-

дующую в реализацию типовых проектов.

Важно отметить, что вся структура управления движением в ИТС создается как набор стандартов - архитектур ИТС, позволяющих транспортным средствам, центрам управления движением, дорожной инфраструктуре и т.д. объединяться в единую систему несмотря на то, что все отдельные части этой системы поставляют различные рыночные организации, конкурирующие между собой.

Весь прогресс в области управления и организации дорожного движения на сегодня отражается именно в совокупности архитектур ИТС. Процесс их разработки крайне сложен и вовлекает тысячи людей, а также значительные частные и государственные средства.

Поскольку ИТС, по сути, являются программно-аппаратными комплексами, при их создании используются самые современные методы создания больших аппаратных комплексов. Для обеспечения интеграции этих программно-аппаратных комплексов и разрабатываются так называемые *архитектуры ИТС* - набор стандартов, которым должна удовлетворять любая реализация на любой местности. Эти национальные и региональные архитектуры ИТС существуют сейчас во всех странах (в США появилась уже пятая версия такой архитектуры) и обязательность их соблюдения утверждается нормативно. Без наличия такой архитектуры просто нельзя ожидать, что различные подсистемы системы управления движением (например, подсистема видеонаблюдения за перекрестками, подсистема обеспечения безопасности железнодорожных поездов и подсистема обеспечения регулирования выездов на магистрали) будут работать согласованно.

При разработке и внедрению архитектур ИТС чаще всего возникают следующие трудности:

- их чрезвычайно трудно

разработать, а после разработки они понятны только разработчикам. Поскольку разработчики архитектур не могут принять участие во всех реализациях этих архитектур, возникают большие проблемы;

- чиновников различных рангов трудно убедить в необходимости соблюдения стандартов архитектур: они рассматривают каждый отдельный проект по автоматизации как отдельный акт финансирования и занижают реальную цену ровно на возможность последующей интеграции с другими проектами;

- архитектуры ИТС используют различные механизмы своей собственной разработки и зачастую не только современные, но и сильно устаревшие, обеспечивающие более низкую степень интеграции и сложность в разработке.

Учитывая формальный характер архитектур ИТС, их создание и сопровождение требует специальных программных средств, которые делаются доступными разработчиками. Архитектуры ИТС носят довольно общий характер и могут уточняться в районах внедрения ИТС. Такие районные уточнения интегрируются в архитектуру ИТС при помощи этих специальных программных средств.

Архитектуры ИТС в Европе уже начали разрабатываться отдельно для каждого вида транспорта, вместо того чтобы разрабатывать общую архитектуру всей транспортной системы. Предполагается, что системы ИТС разных видов транспорта будут объединяться с использованием специальных интерфейсов, а не путем общих принципов разработки.

Архитектуры ИТС являются сейчас главным механизмом интеграции национальных усилий по созданию ИТС и экономии денег и времени на интеграционных усилиях.

Архитектуры ИТС основываются на изучении "сценариев использования" сервисов ИТС и

поэтому всегда можно сказать, какие качественные выгоды будут получены от внедрения тех или иных подсистем.

Главным в реализации архитектур ИТС считается сейчас применение таких инфокоммуникационных технологий, которые позволят повысить пропускную способность на существующих автомобильных дорогах, а именно, увеличить среднюю скорость движения и сократить дистанции между транспортными средствами без роста аварийности за счет систем предотвращения столкновений и совершенствования средств инфраструктурной поддержки видов транспорта (такие системы должны быть готовы к массовому производству для автомобилей уже к 2007 году).

Шесть целей, сформулированных министерством транспорта США для программы национальной ИТС, представлены ниже.

1. *Повышение эффективности транспортной системы.* Относится к движению большого количества автомобилей по транспортной сети без экстенсивного расширения физической инфраструктуры. При этом увеличивается эффективная пропускная способность существующих дорог, избегая необходимости нового строительства.

2. *Повышение подвижности и мобильности:* повышение подвижности водителей обеспечивается за счет возросшей надежности во время движения и/или уменьшения задержек при движении, испытываемых пользователями системы. Известные заранее более точные временные затраты на поездки приводят к возможности повышения числа более длительных поездок. Эта цель относится к тем переполненным транспортом регионам, органы управления транспортом которых желают влиять и на спрос, и на возможность роста подвижности индивидуумов и ускорения перемещения товаров за счет более эффективного использования

единых транспортных систем.

3. *Уменьшение потребления топлива и снижение загрязнения окружающей среды.* Относится к сокращению вредных выбросов транспортных средств.

4. *Повышение безопасности.* Относится к повышению безопасности, которую водители испытали бы при движении по транспортной сети из-за усовершенствований оборудования, обеспечивающего безопасность, и более быстрого обнаружения мест ДТП и уменьшения времени реагирования и оказания помощи в них. Технологии ИТС, которые обеспечат преимущества от повышения безопасности, включают в себя регулирование движения на железнодорожных переездах, безопасность движения транзитного транспорта и обеспечение своевременного получения информации о ДТП.

5. *Увеличение производительности при выполнении транспортной работы:* это - универсальная цель, которая может быть особенно привлекательна для индивидуумов, общественных организаций и частных компаний, которые ставят в прямую зависимость эффективность транспортной работы с успехом в бизнесе.

6. *Создание окружающей среды для рынка ИТС.* Эта цель непосредственно затрагивает характеристики архитектуры системы и ее развертывания. Новые товары и услуги, вероятно, приведут к росту индустрии ИТС. Ожидается, что рынок для развертывания систем ATIS и AVCSS, является большим, чем рынок для ATMS и APTS. Успех новых обеспечивающих отраслей промышленности для этих систем зависит от степени открытости архитектуры, не ограничивает стратегию развертывания и поощряет новации.

ITS America, как ведущая в отношении мировых стандартов организация, в своей национальной архитектуре ИТС для автомобильного транспорта определяет компоненты интег-

рированной системы и их взаимосвязи (рис. 1).

Основу физической архитектуры в настоящее время определяют четыре системы, которые включают в себя 22 подсистемы.

Система "центров" имеет дело с функциями, которые обычно приписываются администрациям общественных / частных компаний, управлениям или планирующим органам. Например, подсистема управления движением обрабатывает данные о дорожном движении и обеспечивает основное движение и сопутствующие услуги управления через дорожную сеть и другие подсистемы. Центры обеспечивают управление, административные функции, а также обеспечивающие функции для транспортных систем. Каждый центр связывается с другими подобными центрами для обеспечения координации способов и направлений работы.

Система "участников дорожного движения" разработана так, чтобы обеспечить доступность для населения необходимой информации, которая может помочь в выборе оптимальных маршрутов. Например, при перемещении по городу на общественном транспорте можно получить информацию о времени прибытия или отправления следующего рейсового автобуса. Житель пригорода может получить информацию о наличии свободных мест в транзитных автобусах. Эти системы получают информацию из центров управления движением как общественным, так и транзитным транспортом. Причем оборудование позволяет получать информацию как до, так и во время поездки от разных поставщиков.

Элементы системы "автомобиль" установлены непосредственно в транспортных средствах. Например, подсистема коммерческих транспортных средств хранит данные о безопасности движения, количестве и состоянии парка подвижного

состава и другой регулирующей информации, чтобы ускорить оборот коммерческого транспортного средства. При взаимодействии с дорожной сетью коммерческое транспортное средство контролируется в пунктах погрузки-разгрузки или других контрольных точках.

Система "дорожной сети", являясь интеллектуальной инфраструктурой, распределенной по всей транспортной сети, обеспечивает функции, которые требуют удобного доступа к локальным объектам на дорожной сети для монтажа и обеспечения работы датчиков, светофоров, управляемых знаков или других технических средств регулирования для управления водителями и транспортными средствами всех типов. Например, подсистема сбора платежей, взаимодействуя с электронными признаками, которыми обладает транспортное средство, кроме сбора оплаты проезда еще и позволяет опознавать нарушителей. Выполняя наблюдение за движением, дорожная сеть обеспечивает информационное условие функции управления движением. Функционирование дорожной сети управляется системами центра.

Внутренние информационные связи и стандарты в системе разрабатываются на следующих уровнях.

Центр управления – Дорога: обеспечение связи между центром управления перевозками или движением и дорожным оборудованием, регулирующим дорожное движение. Области применения этих интерфейсов - мониторинг и накопление данных о дорожном движении, дорожные знаки с изменяющимися сообщениями, экологический мониторинг, управление въездами на шоссе, светофоры, датчики на транспортной сети, видеонаблюдение.

Центр – Центр: включает стандарты обеспечения связи между центрами управления перевозками и движением. Сюда также относятся коммуникации, необходимые для общест-

венного транспорта. Области применения этих стандартов - архивирование данных, реагирование на ДТП, координация с железными дорогами, управление движением, управление движением общественного транспорта, информация для участников дорожного движения.

Центр – Автомобиль (водитель): обеспечение связи между центрами управления перевозками и движением и водителями автомобилей или путешественниками, планирующими поездки. Эта категория стандартов также включает коммуникации, необходимые для координации между центрами управления движением общественного транспорта и их подвижными единицами. Области применения этих стандартов - сигналы бедствия, коммуникации общественного транспорта, информация для путешественников.

Дорога – Автомобиль: стандарты обеспечения беспроводной связи между оборудованием автомобильной дороги и автомобилями на дороге. Области применения этих стандартов - сбор оплаты, сигналы приоритетов проезда и т.д.

Дорога – Дорога: обеспечение связи между, например, железнодорожным оборудованием автомобильных дорог. Область применения этих стандартов – пересечение автомобильных и железных дорог.

Проект по разработке этих стандартов непосредственно финансировался в 2002 г. в объеме \$11,5 млн., не считая многих других источников финансирования в силу специфики работы по стандартизации.

Важно отметить, что архитектуры ИТС даже на одном автомобильном транспорте в каждой стране имеют свои особенности - поэтому, несмотря на преимущественно государственное финансирование подобных проектов, в них наблюдается существенное разнообразие. Это во многом определяется тем, что формальных связей

между организациями ИТС разных стран почти нет, если не считать нескольких комиссий и ежегодного мирового конгресса по ИТС (проводится с 1994 г. под патронажем ERTICO, ITS America и ITS Japan), где участники обмениваются международным опытом.

Вот классификация продуктов и сервисов, используемых для создания ИТС (из бизнес-плана рабочей группы 204 ISO по разработке “межбортовых” стандартов для автомобильного транспорта):

1. Информационные и информационно-советующие системы для путешественников. Беспроводные продукты и услуги для транспортных средств (Traveler information and advisory systems; Wireless vehicle products and services)

Оборудование поддержки функций внутри транспортных средств (для обнаружения и передачи состояния окружающей среды и дороги, плотности движения и тому подобной информации для использования бортовыми устройствами безопасности и управления (Support equipment for in-vehicle functions (for detection and transmission of environmental, road condition, traffic, etc. information for use by on-board safety and control devices))

Оборудование надзора и мониторинга (Surveillance and monitoring equipment)

2. Организация и управление движением. Инфраструктура дороги. (Traffic management and control systems; Roadside Infrastructure)

Электронные знаки, сигналы и управление ими (Electronic signs, signals, and their controllers)

Оборудование надзора и мониторинга (Surveillance and monitoring equipment)

Коммерческие устройства считывания признаков автомобилей (Commercial vehicle credentials readers)

Оборудование поддержки функций внутри транспортных средств (для обнаружения и

передачи состояния окружающей среды и дороги, плотности движения и тому подобной информации для использования бортовыми устройствами безопасности и управления (Support equipment for in-vehicle functions (for detection and transmission of environmental, road condition, traffic, etc. information for use by on-board safety and control devices))

3. Продукты внутри транспортного средства [примечание: стандарты для технологий, полностью сосредоточенных внутри транспортного средства в целом в ответственности рабочей группы 22 ISO] (In-vehicle products [Note: standards for technology completely self-contained in the vehicle is generally the responsibility of ISO/TC 22.]

Продукты внутри транспортных средств, обеспечивающие безопасность, эффективность и управление (предупреждение и недопущение столкновений, адаптивный круиз-контроль, оптимизация связи дроссельной заслонки и включенной передачи, базирующаяся на геометрии и состоянии дороги, улучшения видимости, уведомления об опасности и системы помощи на дороге) (In-vehicle safety, efficiency, and control products (collision warning and avoidance, adaptive cruise control, throttle/transmission optimization based on road geometry and conditions, vision enhancement, emergency notification and roadside assistance systems))

Продукты внутри транспортных систем и мобильные/переносные мультимедийные продукты (навигационные и маршрутные системы, показ состояния интенсивности движения, “офис в машине”, развлечения на заднем сиденье и т.д.) (In-vehicle and mobile/portable multimedia products (navigation and route guidance, traffic displays, office-in-the-car, backseat entertainment, etc.))

Транспондеры и другие коммуникационные устройства для отслеживания коммерче-

ских транспортных средств, автоматизированного пересечения границ и проверки признаков, а также других операций коммерческих транспортных средств (Transponders and other communications devices for commercial vehicle tracking, automated border crossing and credential checking, and other commercial vehicle operations).

4. Системы управления грузовым и пассажирским парком, включая, где возможно, железнодорожную дорогу, автобусы, паромы и т.д. (Freight and passenger fleet management systems including, as applicable, rail, bus, ferry, etc.)

Управление загрузкой (Load management)

Логистика (Logistics)

Маршрутизация, включая интермодальные взаимодействия (Routing, including intermodal connections)

Диспетчеризация и надзор (Dispatch and surveillance)

Управление чрезвычайными ситуациями (Emergency management)

Интерфейсы с органами регулирования (Interfaces with regulatory authorities)

5. Системы управления общественным транспортом (Public Transport management systems)

Специфические функции общественного транспорта: соблюдение расписания, надзор за водителями и пассажирами и средства оповещения, система сбора платы и т.д. (Specific Public Transport functions: schedule adherence, driver and passenger

safety surveillance and alert, fare collection systems, etc.).

6. Системы ответного реагирования на аварии и катастрофы (Emergency response systems).

7. Электронные платежи (Electronic Payment)

Транспондеры для электронного сбора платежей и оплаты за пользование дорогой ("платежные бирки") (Transponders for electronic toll collection and road use charging ("toll tags"))

Устройства считывания для электронного сбора платежей/платы за пользование дорогой (Readers for electronic toll collection/ road use charge)

8. Системная интеграция транспортного хозяйства (управление движением, управление общественным транспортом, системы реагирования на опасность и т.д.) (System integration of transportation facilities (traffic management, public transport management, emergency response, etc.))

9. Базы данных электронных карт (Map databases)

Таким образом, ИТС – это применение новых и находящихся на стадии становления технологий к транспортной системе. Они включают в себя широкий массив технологий, включая электронику, компьютерное оборудование, программное обеспечение, управление и связь. Они состоят из пяти функциональных областей, в которых эти технологии применяются. Все пять областей

координируются и могут применяться на загородных автомобильных дорогах, а также в городе.

Отдельные подсистемы ИТС должны быть интегрированы в единое целое для достижения общей цели. Появление ИТС позволяет ставить вопрос о решении проблем организации перевозок и дорожного движения на качественно новом более высоком уровне. Основные направления развития ИТС состоят в улучшении социально-экономических условий, повышении мобильности и транспортной доступности, а также эффективности использования транспортной сети и безопасности дорожного движения.

Все развитые страны с высоким уровнем автомобилизации интенсивно разрабатывают и внедряют системы управления дорожным движением, городским пассажирским транспортом и отдельными видами грузовых перевозок на основе технологий ИТС. Наиболее актуальными задачами таких систем в нашей стране и в других странах являются эффективное использование имеющийся сети дорог для компенсации все возрастающего роста автомобильного парка, числа ДТП и загрязнения окружающей среды. В г. Кемерово перспективной задачей является внедрение и использование автоматизированной радионавигационной системы диспетчерского управления пассажирским транспортом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочерга В.Г., Зырянов В.В. Оценка и прогнозирование параметров дорожного движения в интеллектуальных транспортных системах. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2001. - 130 с.
2. Кочерга В.Г., Зырянов В.В., Конопляно В.И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2001. - 108 с.
3. Intelligent Transportation Systems (ITS). Architecture proceedings of a TRL international workshop. 8-9 May 1996
4. ITS Benefits: Continuing Successes and Operational Test Results. October 1997
5. National ITS program plan. Vol. I. First edition, March 1995

□ Авторы статьи:

Нестеров
Валерий Иванович
– докт. техн. наук, проф., зав. каф.
горных машин и комплексов

Косолапов
Андрей Валентинович
– канд. техн. наук, доц. каф. «Автомобильные перевозки»