

Евстигнеев Игорь Анатольевич

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ РОССИИ**

Москва
2015

УДК 625.7/.8

ББК 39.311

E26

Евстигнеев, И. А.

E26 Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России. — М. : Изд-во «Поро», 2015. — 164 с.

ISBN 978-5-00086-854-6

В книге представлен анализ состояния и развития интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах федерального значения Российской Федерации. Рассмотрены и раскрыты особенности внедрения интеллектуальных транспортных систем, основные направления развития, прежде всего кооперативных ИТС.

Книга предназначена для широкого круга инженерно-технических работников и управленцев автодорожной отрасли, студентов и аспирантов. Данная работа будет также интересна специалистам-автодорожникам других стран.

УДК 625.7/.8

ББК 39.311



В нашем мире много умных книг, и мы с ранних лет постоянно что-то познаем и чему-то вечно учимся. Однако жанр научно-популярной литературы довольно труден, а отечественных книг в области ИТС практически нет.

Данная книга во многом посвящена анализу опыта развития ИТС в России в целом и на автомобильных дорогах Государственной компании «Автодор» в частности.

В настоящее время одним из главных направлений политики Государственной компании «Автодор» является систематизация подходов к деятельности в области устойчивого развития ИТС.

Учитывая накопленный в Государственной компании «Автодор» и в целом по стране опыт строительства разрозненных информационных систем на транспорте, решающих ограниченные технологические задачи, назрела необходимость в едином национальном подходе в области ИТС, определяющем правила создания, сферы контроля, технического регулирования и развития рынка данных технологий.

Специалист отметит в книге в первую очередь высокую методическую культуру, четкость позиций, емкие и содержательные тексты. Читателя-непрофессионала привлечет живой и увлекательный стиль изложения.

Книга написана зрелым профессионалом, но отнюдь не ветераном. Надеюсь, у него впереди долгие годы плодотворной деятельности на почве внедрения и развития интеллектуальных транспортных систем.

Председатель правления
Государственной компании
«Российские автомобильные дороги»
С. В. Кельбах

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'С. В. Кельбах'.

Содержание

Обозначения и сокращения.....	6
1. Введение	8
2. Общая проблематика	12
3. Управление, эксплуатация и обслуживание автомагистралей.....	14
4. Характеристика и оценка развития существующих систем управления, информирования и мониторинга транспортных потоков на автомагистралях России.....	16
4.1. АСУДД Кольцевой автомобильной дороги (КАД).....	18
4.2. АСУДД на автодорожном тоннеле судопропускного сооружения С-1 Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга	23
4.3. АСУДД Западного скоростного диаметра	25
4.4. АСУДД центральной автомагистрали г. Сочи Дублер Курортного проспекта	30
4.5. АСУДД автомобильной дороги М-4 «Дон»	36
4.6. Новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь».....	40
5. Анализ отечественного опыта реализации проектов ИТС на автомагистралях.....	43
6. Общесистемные решения ИТС.....	47
6.1. Определение основных целей, задач и направлений развития ИТС	47
6.1.1. Цели развития ИТС.....	47
6.1.2. Задачи развития ИТС.....	49
6.1.3. Направления развития ИТС	50
6.2. Архитектура ИТС	51
6.2.1. Основные положения.....	51
6.2.2. Мировая практика построения архитектуры ИТС	55
6.2.3. Построение национальной архитектуры ИТС в Российской Федерации	58
6.2.4. Определение приоритетных сервисов ИТС	72
6.2.5. Определение приоритетных подсистем ИТС	75

7. Перспективы развития ИТС на автомобильных дорогах федерального значения России	82
7.1. Пространственное развитие, расширение функционала всех основных подсистем ИТС	82
7.2. Интеграционное развитие	84
7.3. Внедрение мобильных комплексов различных подсистем ИТС	85
7.4. Развитие рыночных пакетов ИТС	96
7.5. Кооперативные ИТС	101
7.5.1. Кооперативные ИТС в системе управления транспортными потоками	101
7.5.2. Развертывание базовых элементов кооперативных ИТС	106
7.5.3. Технология DSRC	120
7.5.3.1. Общие данные	120
7.5.3.2. Взимание платы с помощью технологии DSRC	121
7.5.3.3. DSRC в кооперативных ИТС	126
7.5.4. Общая телекоммуникационная архитектура	131
7.5.5. Нормативные документы	145
7.5.6. Основные проблемы внедрения	150
7.5.7. Оценка эффективности	152
8. Выводы и итоговые размышления	154
Список использованных источников	156
Об авторе	161

Обозначения и сокращения

Сокращенное наименова- ние	Полное наименование
АВУ	аварийно-вызывное устройство
АДМС	автоматическая дорожная метеостанция
АКУПД	автоматизированный комплекс управления платной автодорогой
АРДАМ	автоматизированное регулирование движения на автомобильных магистралях
АРМ	автоматизированное рабочее место
АСМАП	Ассоциация международных автомобильных перевозчиков
АСС	автоматика, сигнализация, связь
АСУДД	автоматизированная система управления дорожным движением
АСУДД ЗСД	автоматизированная система управления дорожным движением Западного скоростного диаметра
АСУДД КАД	автоматизированная система управления дорожным движением Кольцевой автомобильной дороги
АСУДД КЗС	автоматизированная система управления дорожным движением Комплекса защитных сооружений
АСУ ТП	автоматизированная система управления технологическим процессом
БД	база данных
БСК	бесконтактная смарт-карта
БЭПК	бесконтактные электронные пластиковые карты
ВОК	волоконно-оптический кабель
ВОЛС	волоконно-оптические линии связи
ВПУ	выносной пульт управления
ГОСТ	государственный стандарт
ГПТ	городской пассажирский транспорт общего пользования
ДСТО	Дирекция по строительству транспортного обхода
ДТ	детектор транспорта
ДТП	дорожно-транспортное происшествие
ЗИП	запасные части и принадлежности
ЗПИ	знак переменной информации
ЗДС	платная автомобильная дорога Западный скоростной диаметр в Санкт-Петербурге
ИБП	источник бесперебойного питания
ИТС	интеллектуальная транспортная система
КАД	Кольцевая автомобильная дорога Санкт-Петербурга

Сокращенное наименование	Полное наименование
КЗС	комплекс защитных сооружений
КСОД	комплексная система организации движения
ЛВС	локальная вычислительная сеть
ЛТЦ	логистический транспортный центр
МАДИ	Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
МКАД	Московская кольцевая автомобильная дорога
МСС	«Магистраль северной столицы»
МЧС	Министерство по чрезвычайным ситуациям
ОДД	организация дорожного движения
ОССП	объединенные системы сбора платы
ПВП	пункт взимания платы
ПДД	правила дорожного движения
ПО	программное обеспечение
СКС	структурированная кабельная система
СУБД	система управления базами данных
ТПИ	табло переменной информации
ТС	транспортное средство
ТфОП	телефонная сеть общего пользования
УГИБДД	Управление Государственной инспекции безопасности дорожного движения
УДЗ	управляемый дорожный знак
УДС	улично-дорожная сеть
ЦПУ	центральный пункт управления
ЦУДД	центр управления дорожным движением
ЧС	чрезвычайная ситуация
ETC	Electronic Toll Collection — электронная система сбора оплаты за проезд
WAVE	Wireless Access in Vehicular Environment — беспроводной доступ в автотранспортной среде
GPRS	General Packet Radio Service — пакетная радиосвязь общего пользования
RFID	Radio Frequency Identification — радиочастотная идентификация
OBU	On-Board Unit — бортовое устройство
TICS	Transport Information and Control Systems — системы транспортной информации и управления

Главный враг знания —
не невежество, а иллюзия знания.

Стивен Хокинг

1. Введение

В жизни почти все получается относительно случайно, и только потом осознаешь, что, наверное, к этому ты шел давно и эта случайность далеко не такая уж и спонтанная вещь. Так, относительно «случайно», по совету одного из своих друзей, я более десятка лет назад стал заниматься вопросами практического внедрения интеллектуальных транспортных систем в жизнь. Первое, с чем я столкнулся, — практически полное отсутствие научной или научно-популярной отечественной литературы в данной области. Это показалось мне очень странным, учитывая то, что во всем мире в последние годы, в том числе в России, в транспортном секторе происходят значительные качественные изменения, и прежде всего это касается интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Сейчас коренным образом меняется облик всей мировой транспортной системы, но в то же время у подавляющего большинства людей отсутствует даже слабое понимание роли и места ИТС в данном процессе.

К тому же положительные перемены в транспортной системе сопровождаются и негативными последствиями, прежде всего это очень большой уровень людских потерь на транспорте.

При этом человечество в значительной степени продолжает оставаться обществом алчных потребителей, которое с каждым годом увеличивает потребление невозполняемых источников энергии и иных ресурсов. В настоящее время не только профессиональным экологам, но и простым обывателям очевидно негативное влияние транспорта и его инфраструктуры на окружающую среду. Несмотря на это, в развитых странах ощущаются постоянно растущие задержки на всех видах транспорта, связанные с объективным недостатком мощностей транспортной инфраструктуры. Все это является следствием крайне низкого уровня управления транспортными потоками.

В то же время мы уже сейчас обладаем способностью удовлетворять текущие потребности общества в отношении мобильности, движения товаров, безопасности и общего качества жизни, мы действительно можем обеспечить безопасные, надежные и устойчивые поездки в непрерывно меняющемся окружающем мире.

В Российской Федерации, как и в других странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей хозяйства, важнейшей составной частью производственной и со-

циальной инфраструктуры. Транспортные коммуникации объединяют все районы страны, что является необходимым условием ее территориальной целостности, единства ее экономического пространства. Они связывают страну с мировым сообществом, являясь материальной основой обеспечения внешнеэкономических связей России и ее интеграции в глобальную экономическую систему.

В сети транспортных коммуникаций автомагистрали служат главной опорой системы автомобильных перевозок и обеспечивают достойный уровень обслуживания с непрерывным и безопасным движением транспорта. Ни одна страна не способна контролировать риски собственной экономики, не имея сильных транспортных позиций.

Одной из важных составляющих для создания эффективной конкурентоспособной транспортной отрасли являются интеллектуальные транспортные системы.

В современном мире ИТС — это относительно новое направление в науке, технике, экономике и бизнесе, справедливо считающееся одним из самых эффективных инструментов для решения проблем транспорта и источником создания новых отраслей в промышленности.

В данной книге рассматривается потенциал применения ИТС с учетом практического опыта реализации проектов в данной области за последние годы в России на сети автомобильных федеральных дорог. Уже сегодня необходимость создания и развития ИТС прописана в «Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г.», которая является базовым документом для развития всего транспортного комплекса.

Проблема осознания потенциала применения ИТС неразрывно связана с пониманием роли и места автоматизации, информатизации и искусственного интеллекта в развитии всех отраслей промышленности, а не только в области транспорта.

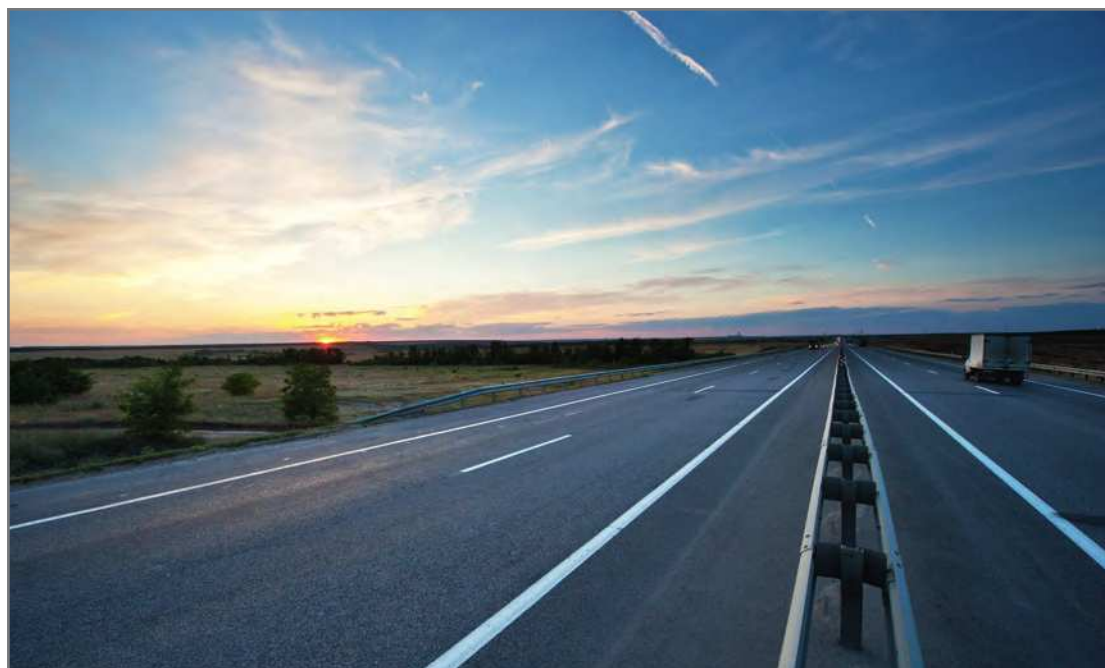


Рис. 1. Рассвет на автомобильной дороге М-4 «Дон»

ИТС являются местом самого плотного соприкосновения автотранспортной индустрии и индустрии информационных технологий. Благодаря ИТС формируется специальная среда, в которой управление, эксплуатация и обслуживание могут шагнуть далеко вперед. Последние достижения в области технологий наблюдения, связи, обработки и распространения информации, опирающиеся на прикладные программы, работающие в режиме реального времени, доказали свою пригодность в качестве важного инструмента для управления, эксплуатации и обслуживания автомагистралей. С развитием современных электронных технологий и ростом их доступности увеличивается и актуальность их массового применения пользователями дорог.

Классические ИТС позволяют быстро выявлять ситуации, которые могут привести к затору, возникновению небезопасных условий, снижению мобильности, а затем помогают реализовать соответствующие стратегии и планы для ослабления последствий этих проблем, уменьшения их продолжительности и воздействия на передвижение. Крайне важным является переход от классических автоматизированных систем к системам, обладающим искусственным интеллектом. Широкий круг прикладных задач ИТС связан сегодня с концепцией развития кооперативных систем.

Проблема отношения человечества к искусственному интеллекту и даже к его отдельным проявлениям является одной из самых сложных. Ею занимаются ученые из разных областей науки: кибернетики, лингвисты, психологи, философы, математики, инженеры, в том числе и транспортные инженеры.

Скорее всего, единого ответа на вопрос, чем является искусственный интеллект, не существует и не будет существовать никогда. Почти каждый автор отталкивается от какого-либо определения, а их довольно много.

В последнее время широкое распространение получило определение из Британской энциклопедии: «Интеллект (от лат. *intellectus* — понимание) — качество психики, состоящее из способности адаптироваться к новым ситуациям, способности к обучению на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций и использованию своих знаний для управления окружающей средой».

Сейчас обсуждаются многие связанные с этим термином вопросы: что такое интеллект вообще и чем может являться искусственный интеллект, каковы его задачи, функции, сложность создания, степень доверия к нему.

Увы, возможности людей крайне ограничены слишком медленной эволюцией, мы не сможем тягаться скоростью с машинами и уступаем им. Многие, и автор в их числе, обоснованно считают, что люди должны быть крайне осторожны с искусственным разумом.

Общеизвестно, что слово «робот» создал Карел Чапек совместно со своим братом. Создал он его из словенского слова *robota*, что означает «каторжный труд». В своей пьесе R. U. R. Чапек подарил человечеству слово, теперь не требующее перевода на другие языки. С развитием понятия «робот» возникла необходимость в формулировании главных принципов его работы.

Научный фантаст Айзек Азимов в рассказе «Хоровод» (1942) впервые сформулировал обязательные правила поведения для роботов — знаменитые три закона роботехники:

- робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред;
- робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому закону;
- робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму законам.

Исследователи в области искусственного интеллекта рассматривают данные законы робототехники как идеал будущего. До создания интеллектуального робота нужно преодолеть еще массу препятствий. Однако чем ближе подходит человечество к созданию систем, связанных с искусственным интеллектом, тем острее заинтересованность в разработке руководящих принципов и мер безопасности для них.

Появление машин (систем), изначально выполняющих действия по самостоятельному обучению, затем сопоставимых с человеческими возможностями, а далее, возможно, и превосходящих людей по интеллекту, — закономерный итог развития нашей технократической цивилизации.

Существует мнение, что развитие интеллектуальных систем, в том числе интеллектуальных транспортных систем, — это бизнес, который не заинтересован в развитии философских общечеловеческих мер безопасности.

Я глубоко убежден, что в процессе разработки проекта технического задания на создание ИТС, т. е. в процессе выработки проектной организацией технических решений по созданию ИТС или ее отдельных подсистем, люди должны (прежде всего для себя) ответить на простые вопросы: принесет ли система, которую хотят создать, хоть частичку радости людям? Действительно ли она им нужна? Какую роль она будет играть для человека? При решении данных вопросов проблема безопасности становится одной из самых главных.

Компьютер ничего не изобретает сам. Все возможные варианты предусматриваются настоящими обладателями интеллекта — талантливыми программистами и разработчиками логических схем.

В условиях эволюции транспортной системы все, кто занят в этой отрасли, должны критически оценивать открывающиеся перспективы. Нужно уметь грамотно истолковать стратегические интересы общества.

Главная цель данной книги — помочь заинтересованному человеку сделать правильный выбор при разработке ИТС.

Книга не является всеобъемлющим документом из разряда «Все, что вы хотели знать об ИТС на автомагистралях». Она, скорее, имеет целью обеспечить лучшее понимание пользователем широкого спектра возможных стратегий, инструментов и технологий, которые дает ИТС и которые могут и должны быть использованы для обеспечения управления и эксплуатации сети автомагистралей.

Понимая, что любая лишняя формула, включенная в книгу, уменьшает число ее покупателей, я максимально постарался уйти от формального изложения, хотя в отдельных главах не всегда это получилось ввиду специфики самой темы.

Книга в значительной мере опирается на личный опыт, опыт моих коллег, за что я им очень благодарен, а также огромный материал, приведенный в различных книгах, статьях, концепциях, проектах, на электронных ресурсах и т. п., перечень которых приведен в конце книги.

2. Общая проблематика

Переходя к интенсивному, инновационному, социально ориентированному типу развития, Россия стремится стать одним из лидеров глобальной экономики, что требует принятия адекватных стратегических решений по развитию транспортного комплекса на долгосрочную перспективу.

Объемные характеристики транспортного обслуживания напрямую влияют на полноту реализации экономических связей внутри страны и за ее пределами, а также на возможность перемещения всех слоев населения для удовлетворения производственных и социальных потребностей.

Автомобильные дороги имеют стратегическое значение для Российской Федерации. Они связывают обширную территорию страны, обеспечивают жизнедеятельность всех городов и населенных пунктов, во многом определяют возможности развития регионов, по ним осуществляются самые массовые автомобильные перевозки грузов и пассажиров. Сеть автомобильных дорог обеспечивает мобильность населения и доступ к материальным ресурсам, позволяет расширить производственные возможности экономики за счет снижения транспортных издержек и затрат времени на перевозки.

До настоящего времени не завершено формирование опорной сети федеральных автомобильных дорог, связывающей все регионы России. Нормативным требованиям соответствует лишь около 38 % автомобильных дорог федерального значения.

Согласно данным, приведенным в «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.», федеральные автомобильные дороги исчерпали свою пропускную способность. С превышением нормативной загрузки эксплуатируются 13 тыс. км дорог, особенно на подходах к крупнейшим городам, что составляет почти 29 % протяженности сети. Местная дорожная сеть развита недостаточно, поэтому значительная часть локальных перевозок производится по федеральным дорогам.

Автомобильные дороги в Российской Федерации (ст. 5 Федерального закона от 8 ноября 2007 г. № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее также — Федеральный закон № 257-ФЗ)) в зависимости от их значения подразделяются на:

- автомобильные дороги федерального значения;
- автомобильные дороги регионального или межмуниципального значения;
- автомобильные дороги местного значения. Перечень автомобильных дорог местного значения может утверждаться органом местного самоуправления;
- частные автомобильные дороги. Как частные классифицируются автомобильные дороги, находящиеся в собственности физических или юридических лиц, не оборудованные устройствами, ограничивающими проезд транспортных средств неограниченного круга лиц. Иные частные автомобильные дороги относятся к частным автомобильным дорогам необщего пользования.

Сеть автомобильных дорог федерального значения в России курируют две организации — Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) и Государственная компания «Российские автомобильные дороги» («Автодор»). О создании ИТС именно на этой сети дорог и будет далее идти речь.

Протяженность автомобильных дорог общего пользования федерального значения составляет 50,8 тыс. км, из них в ведении Росавтодора — 48,1 тыс. км, остальные 2,7 тыс. км — в ведении Государственной компании «Автодор».

Росавтодор является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, в том числе в области учета автомобильных дорог, а также функции по оказанию государственных услуг в области обеспечения транспортной безопасности в этой сфере.

Государственная компания «Автодор» создана на основании Федерального закона № 145-ФЗ от 17 июля 2009 г.

Стратегическими целями Государственной компании «Автодор» являются формирование опорной сети скоростных автомобильных дорог федерального значения, привлечение частного капитала, создание финансовых инструментов по мобилизации инвестиционных средств и извлечение дополнительных доходов от эксплуатации и использования имущества дорог.

3. Управление, эксплуатация и обслуживание автомагистралей

Широко известно, что обеспечение эффективного транспортного сообщения по автомобильным дорогам состоит из трех компонентов:

- строительства необходимой инфраструктуры;
- сохранения этой инфраструктуры (например, содержание и реконструкция);
- сохранения ее эксплуатационных возможностей путем повседневного управления работами по эксплуатации и обслуживанию.

В данной книге основное внимание уделяется эксплуатационной части.

Управление, эксплуатация и обслуживание автомагистралей — это реализация политики, стратегий и технологий, повышающих эффективность функционирования автомагистралей. Важнейшими целями программ управления автомагистралями являются минимизация транспортных заторов (и их побочных эффектов), повышение безопасности, улучшение общей мобильности и поддержка деятельности других организаций при чрезвычайных ситуациях.

При обсуждении качества повседневной эксплуатации и обслуживания автомагистрали широко используются термины «транспортный затор» и «безопасность».

Транспортный затор означает ситуацию, когда определенный транспортный объект в конкретный момент времени пытается использовать больше людей (т.е. спрос), чем то количество, которое данный объект может обслужить (т.е. пропускная способность) при сохранении тех уровней задержки или неудобства, которые считаются приемлемыми. Безопасность связана с сокращением количества автомобильных аварий и сведением к минимуму травм, полученных при авариях.

Транспортный затор (особенно непредвиденный) и безопасность оказывают сильное воздействие на отношение участников движения к дороге.

В ряде международных исследований интенсивность движения и безопасность возглавляют список характеристик автомобильной дороги, которым необходимо уделять наибольшее внимание, и только потом за ними следуют такие характеристики, как состояние



Рис. 2. Важнейшие критерии автомагистралей

дорожного покрытия и зоны проведения работ. Помимо этого, важнейшими характеристиками являются доступность, мобильность и надежность с предсказуемостью.

Мобильность — это возможность совершать поездки из одного места в другое с использованием мультимодального подхода, в том числе с использованием автомобильных дорог федерального значения.

Доступность — возможность человека осуществлять экономическую или социальную деятельность в любом месте.

Надежность/предсказуемость — возможность человека свободно передвигаться вне зависимости от дня и времени суток и в определенной степени предсказывать изменения во времени передвижения.

Проще говоря, автомобилисты и пассажиры общественного транспорта хотят знать, чего им ожидать на дороге.

Обладание точной информацией о функционировании дороги значительно улучшает восприятие поездки, поскольку информация позволяет водителям принимать решения, дающие им ощущение большего контроля над своей жизнью. Информация о степени и продолжительности транспортного затора не только дает автомобилисту возможность выбрать лучшие варианты, но и устраняет сильный стрессовый фактор — неизвестность.

Когда информация отсутствует, беспокойство, связанное с неизвестностью причины и продолжительностью задержки, приводит к тому, что задержка кажется водителю более долгой, чем она есть на самом деле, что может привести к более хаотичному поведению за рулем.

Теоретически проблемы транспортных заторов, безопасности, мобильности, доступности и т.д. можно было бы разрешить путем увеличения пропускной способности (т.е. путем добавления полос движения и новых объектов) и реконструкции существующих сооружений (расширения полос движения и обочин, модернизации трассы) для повышения безопасности. Однако увеличение пропускной способности и реконструкция существующих объектов связаны со сложными экономическими, политическими и социальными задачами, многие из которых невозможно решить (а вероятно, и не нужно это делать). Кроме того, увеличение пропускной способности может создать дополнительный спрос, который в конечном итоге приведет к тем же проблемам, что существовали раньше. Управление, эксплуатация и обслуживание могут обеспечить реальные и экономически эффективные альтернативные решения проблем на автомагистралях (возможно, вместе с улучшением пропускной способности).

При этом необходимо видеть дорожную сеть в масштабе, выходящем за рамки региона. Людям неважно, в чьей юрисдикции находится дорога, по которой они в данный момент едут. Им необходимо иметь возможность совершать безопасные, надежные и предсказуемые поездки.

Современные технологии и особенно ИТС создают среду, в которой управление, эксплуатация и обслуживание могут шагнуть далеко вперед. Последние достижения в области технологий наблюдения, связи, обработки и распространения информации, с упором на прикладные программы, работающие в режиме реального времени, доказали свою пригодность в качестве важного инструмента для управления, эксплуатации и обслуживания автомагистралей. ИТС позволяет быстро выявлять ситуации, которые могут привести к затору, небезопасным условиям, снижению мобильности и т.д., и затем реализовать соответствующие стратегии и планы для ослабления последствий этих проблем, уменьшения продолжительности их действия и воздействия на передвижение.

4. Характеристика и оценка развития существующих систем управления, информирования и мониторинга транспортных потоков на автомагистралях России

В течение последних 30 лет формируется практика эксплуатации и обслуживания автомагистралей. Разрабатываются стратегии и методики в области ИТС. Специалисты в области интеллектуальных транспортных систем быстро усваивают уроки неудач, и получающиеся в итоге системы совершенствуются с каждым новым поколением систем организации движения на автомагистралях.

С профессиональной точки зрения управление, эксплуатация и обслуживание автомагистралей активно меняются. Стратегии и концепции управления автомагистралями первоначально разрабатывались с целью предотвращения транспортных заторов. Эта цель остается основной. Однако практикующие специалисты по автомагистралям также начинают рассматривать себя в качестве умелых распорядителей и ответственных менеджеров, которые управляют не только транспортным потоком в сети, но и физическими элементами самой сети, решая вопросы безопасности и пытаясь предпринимать упреждающие действия в отношении потенциальных проблем, вместо того чтобы просто реагировать на них.

В данном случае объектом автоматизации является скоростная автомобильная дорога. Особенностью объекта являются повышенный скоростной режим движения транспортных средств, наличие транспортных развязок в разных уровнях с другими автомобильными дорогами и минимальное светофорное регулирование либо вообще его отсутствие.

Для оптимизации процессов оперативного управления дорожным движением и повышения эффективности управления эксплуатационными службами на автомобильной дороге разрабатываются решения по устройству автоматизированной системы управления дорожным движением.

Мероприятия по комплексному обустройству создаются на основании инженерных изысканий и, как правило, в соответствии с вариантной проработкой основных проектных решений.

Первая отечественная система управления дорожным движением на автомагистралях — АРДАМ (автоматизированное регулирование движения на автомобильных магистралях) — появилась в СССР в конце 70-х годов.

Государственным дорожным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом ГИПРОДОРНИИ в 1980 г. было разработано даже соответствующее «Методическое руководство по стратегии управления транспортными потоками в системах автоматизированного регулирования движения на автомобильных магистралях (АРДАМ)». Был серьезно проанализирован опыт создания и реального функционирования данной системы на участке МКАД — Истра автомобильной дороги Москва — Рига, разработаны материалы по стратегии управления транспортными потоками, которые авторы рекомендовали для применения при проектировании аналогичных систем.

Основными задачами системы АРДАМ являются сбор, анализ и переработка информации об условиях движения на дорогах, выбор на этой основе наиболее целесообразных режимов движения и их обеспечение путем выдачи соответствующих команд на управляемые знаки и сигналы, а также указаний службе зимнего содержания и аварийной дорожной службе.

В то же время была разработана и более простая система — система диспетчерского управления движением «Диспут». В отличие от системы АРДАМ она не требовала электронно-вычислительных машин, а периферийное оборудование могло управляться только командами диспетчера или на месте. Решение об установлении режимов движения принимал диспетчер, используя свой опыт или некое специальное устройство — оперативный электрический имитатор.

В современной России довольно востребованы признанные во всем мире и апробированные высокоэффективные инновационные транспортные технологии.

В России началом процесса организации национальной ИТС можно считать проведение в апреле 2009 г. Российского международного конгресса по интеллектуальным транспортным системам, прошедшего при официальной поддержке Государственной Думы и Министерства транспорта РФ.

В Российской Федерации в 2008 г. принята «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г.», которая базируется на использовании преимуществ ИТС.

Министерство транспорта РФ создало Департамент программ развития, которому поручено в том числе курировать вопросы ИТС.

Государственная компания «Российские автомобильные дороги» сформировала в 2012 г. отдельную структуру — Управление информационных технологий и интеллектуальных транспортных систем.

Российский опыт построения интеллектуальных систем основывается на том, что в основе ИТС должны быть обязательно автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД).

Уже сейчас появился современный серьезный опыт проектов в области ИТС (в большей части идущих под эгидой создания АСУДД) и на автомагистралях:

- АСУДД Кольцевой автомобильной дороги;
- АСУДД Западного скоростного диаметра;
- АСУДД автомобильной дороги М-10 «Скандинавия»;
- АСУДД автомобильной дороги М-11 «Нарва» на подъезде к морскому торговому порту Усть-Луга;
- АСУДД совмещенной железной и автомобильной дороги Адлер — Альпика Сервис;

- АСУДД федеральной автомобильной дороги М-27 Джубга — Сочи до границы с Абхазией на участке Адлер — Веселое;
- АСУДД центральной автомагистрали г. Сочи Дублер Курортного проспекта;
- АСУДД дорог Имеретинской низменности;
- АСУДД на отдельных участках автомобильных дорог М-1 «Беларусь», М-3 «Украина», М-4 «Дон», М-11 Москва — Санкт-Петербург.

Ведутся активные проектно-изыскательские работы по созданию подсистем ИТС на ЦКАД (Центральная кольцевая автомобильная дорога, Москва), автомобильной дороге общего пользования федерального значения Р-21 «Кола» Санкт-Петербург — Петрозаводск — Мурманск — Печенга — граница с Королевством Норвегия, Р-23 Санкт-Петербург — Псков — Пустошка — Невель — граница с Республикой Беларусь и т.д.

Однако опыт разработок и внедрения конкретных подсистем и целых ИТС показывает, что реализация аналогичных комплексов на Западе имеет куда большую эффективность, чем в России. Среди основных причин снижения эффективности следует выделить объективные специфические особенности менталитета российского участника дорожного движения.

Рассмотрим наиболее яркие (по мнению автора) отечественные проекты в области ИТС на автомагистралях.

4.1. АСУДД Кольцевой автомобильной дороги (КАД)

Кольцевая автомобильная дорога (КАД) Санкт-Петербурга является не только элементом транспортной инфраструктуры Северной столицы России, но и частью транспортных артерий всего Северо-Западного региона, связывая страны Балтии и Скандинавии с областями европейской части России и далее — со странами ближнего зарубежья и Азией. КАД является частью интермодального коридора № 9, обеспечивающего пропуск транзитных потоков от госграницы с Финляндией через Санкт-Петербург в направлении Москвы. Кольцевая автодорога в составе девятого интермодального коридора выводит регион на международный логистический рынок и новый уровень евроазиатского экономического сотрудничества. Магистраль разгружает дороги в черте города, транспортные магистрали и федеральные трассы, расходящиеся от Санкт-Петербурга (см. рис. 3).

Кольцевая автомобильная дорога вокруг Санкт-Петербурга призвана связать воедино все основные дорожные магистрали, расходящиеся из центра Северной столицы в направлении Хельсинки, Мурманска, Москвы, Киева, Таллина и региональных дорог.

Строительство и эксплуатацию магистрали осуществляет Государственное учреждение «Дирекция по строительству транспортного обхода г. Санкт-Петербурга Министерства транспорта Российской Федерации» (ФГУ ДСТО «Санкт-Петербург»).

Строительство восточного полукольца КАД было начато в августе 1998 г. за счет бюджета г. Санкт-Петербурга. Активные работы на восточном полукольце возобновились в марте 2001 г. после выхода распоряжения Правительства РФ о строительстве первоочередных участков КАД. В мае 2002 г. постановлением Государственного комитета РФ по строительству

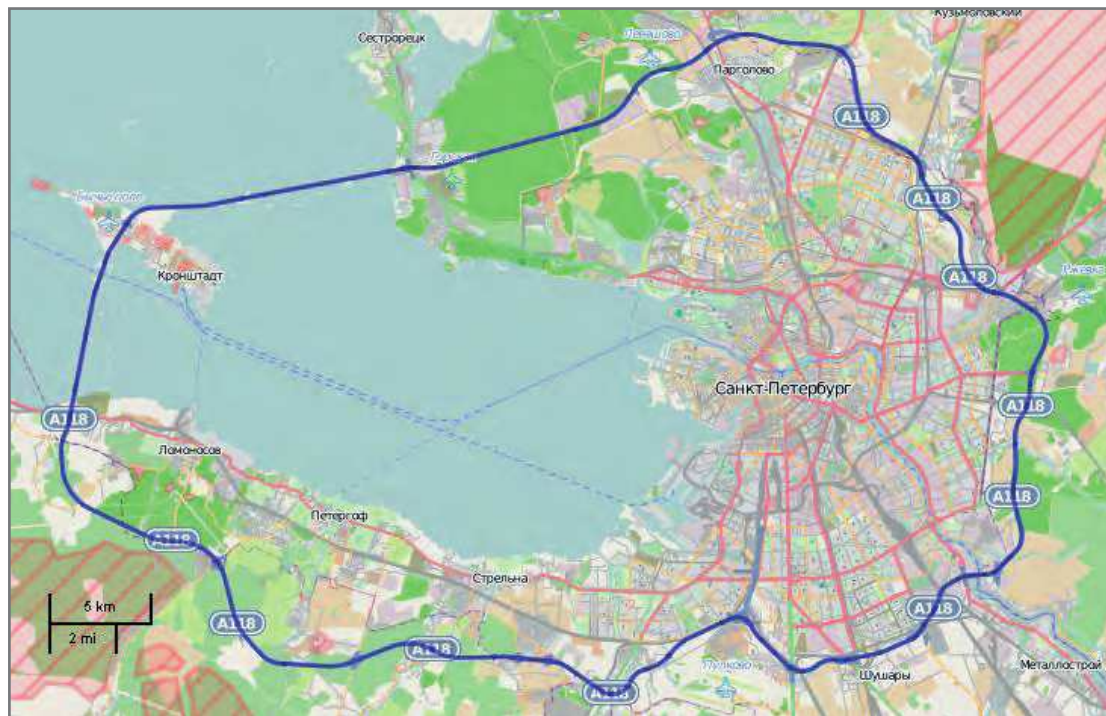


Рис. 3. Схема КАД

и жилищно-коммунальному комплексу и распоряжением Минтранса был утвержден инженерный проект первой очереди КАД. В дальнейшем было принято решение о вводе КАД по пусковым комплексам.

В настоящее время приняты решения по модернизации Северного участка (от станции Горская до Приозерского шоссе) до шести полос, налажена транспортная доступность с Приморским районом Санкт-Петербурга в створе ул. Парашютная. Запланировано строительство развязок с подключением к КАД Ириновского пр. и ул. Дыбенко.

Общая протяженность КАД — 116 км, а с учетом участка, проходящего по гребню комплекса защитных сооружений Петербурга от наводнений, — 142 км. На трассе 26 транспортных развязок, 106 мостов, путепроводов, эстакад и тоннелей общей протяженностью 25 595 погонных метров.

Для информирования участников движения, управления движением и сбора данных о транспортных потоках магистраль оборудована АСУДД, которая на сегодня охватывает большую часть Кольцевой автомобильной дороги (кроме Северного участка).

АСУДД представляет собой совокупность периферийных устройств, объединенных в единую сеть, а также центрального пункта управления (ЦПУ) и вынесенных пунктов управления (ВПУ).

Применяется оборудование двух основных производителей: Siemens и Telegra. Для установки оборудования по основному ходу используются 74 п-образные опоры.

Периферийное оборудование АСУДД КАД указано в табл. 1.

Таблица 1

Периферийное оборудование АСУДД КАД

№ п/п	Наименование	Количество
1	Телекоммуникационный шкаф с дорожным контроллером	91
2	Детекторы дорожного движения	417
	тройной технологии	265
	двойной технологии	152
3	Знаки переменной информации	457
	выводящие знаки и сигналы Т4	412
	выводящие сигналы Т4	45
4	Табло переменной информации	38
5	Камера видеонаблюдения (фиксированная и купольная)	63
6	Автоматическая дорожная метеорологическая станция	25
7	Подсистема оценочного весового контроля	в двух сечениях
8	Комплекс контроля скоростного режима	76 (19 рубежей)



Рис. 4. Дорожная метеорологическая станция, установленная на КАД

Вся информация стекается в Центральный пункт управления КАД по волоконно-оптическим кабелям, общая протяженность которых — порядка 350 км.

Сеть передачи данных построена с использованием технологии SDH с организацией большого кольца передачи данных, к которому подключены малые кольца, обеспечивающие связь с установленным на магистрали периферийным оборудованием.

Программное обеспечение, применяемое на КАД, отечественное, разработано с учетом возможности масштабирования, подключения дополнительного оборудования, внешних систем и интеграции с системами управления смежных дорог.

В объемах строительства Кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга был построен Центральный пункт управления (ЦПУ), куда сведены все линии связи от информационных и управляющих технических средств, расположенных на этой автомагистрали.

Специально построенное здание ЦПУ располагается в развязке КАД с Московским шоссе (см. рис. 5).



Рис. 5. Здание Центрального пункта управления КАД

На данный момент в ЦПУ КАД функционирует только система управления дорожным движением Кольцевой автомобильной дороги. На базе ЦПУ КАД Росавтодор планирует формировать единый центр ИТС, управляющий федеральными дорогами Северо-Запада России, который будет обеспечивать улучшение транспортной обстановки региона и части транзитного коридора Хельсинки — Москва (прежде всего планируется подключение АСУДД автомобильной дороги на Петрозаводск через Приозерск и Сортавалу).

В центре управления установлено следующее оборудование:

- 24 сервера, а именно 2 сервера баз данных, 2 сервера опроса периферийного оборудования (контроллеров, установленных на магистрали), 2 сервера АСУДД, 2 сервера сетевой инфраструктуры и мониторинга оборудования, 1 сервер метеорологического программного обеспечения, 1 сервер антивирусной защиты, 2 сервера контроллеров домена, 2 видеосервера, 1 специализированный сервер вывода информации на видеостену, 2 специализированные рабочие станции для формирования рабочих столов, для вывода на видеостену, 2 сервера обслуживания сети OTN/OVS, 1 интернет-сервер, 1 файловый сервер, 3 сервера документооборота;
- сервер единого времени;
- 4 системы хранения данных, а именно 3 дисковые системы и 1 ленточная система хранения данных;
- автоматическая система обнаружения инцидентов;

- видеостена, состоящая из 72 кубов (см. рис. 6);
- 7 рабочих мест операторов дежурной смены, а именно 1 рабочее место старшего оператора, 4 рабочих места операторов АСУДД, 1 рабочее место оператора СПД и ЛВС, 1 рабочее место оператора инженерных систем;
- резервные рабочие станции и рабочие станции сотрудников не дежурной смены;
- сетевое оборудование Центра управления (коммутаторы, пограничные маршрутизаторы).



Рис. 6. Диспетчерский зал Центрального пункта управления КАД

Длительное время проводилась тестовая эксплуатация АСУДД Кольцевой автомобильной дороги, но уже сейчас есть положительный эффект внедрения.

На отдельных участках КАД АСУДД позволила снизить количество нарушений скоростного режима в четыре раза, снизить аварийность на 30 % и определить реальную нагрузку на магистраль. Средняя скорость свободного движения в левой полосе в среднем снизилась на 5–10 км/ч.

Максимальная загрузка в районе Большого Обуховского (Вантового) моста составила в 2012 г. 220 тыс. автомобилей в сутки. При этом в процессе проектирования ожидалось, что загрузка 135 тыс. автомобилей в сутки будет достигнута только к 2020 г.

Средняя интенсивность на участках с четырьмя полосами движения в одном направлении на участках КАД от трассы «Кола» до Западного скоростного диаметра по пятницам в сентябре-октябре 2012 г. составила 80 тыс. автомобилей в сутки (160 тыс. в обоих направлениях),

а на тех же участках в сентябре-октябре 2013 г. увеличилась в среднем на 11 % и достигла 89 тыс. автомобилей в сутки.

Доля грузовиков составляет 12–18 % в общем потоке и 30–50 % от количества транспортных средств, движущихся по правой полосе (см. рис. 7).

На основании данных по интенсивности движения транспортных средств за период 2011–2013 гг., полученных в процессе внедрения и проведения тестовой эксплуатации системы АСУДД, можно увидеть увеличение пропускной способности магистрали на 15–20 %. Наблюдается также снижение количества нарушений скоростного режима и количества аварий на магистрали.

Однако в существующем проекте есть серьезная проблема: система не отслеживает ситуацию на подходах к развязкам по городским участкам дорог (нет управления головными участками федеральных и региональных дорог, входящих в город), система не интегрирована с АСУДД города, ЗСД и КЗС.

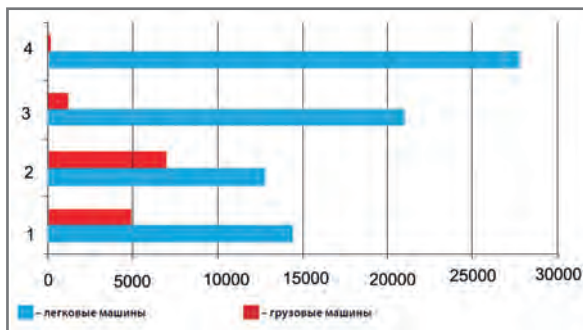


Рис. 7. Распределение транспортных средств по полосам за сутки. Вантовый мост, 25.09.2015

4.2. АСУДД на автодорожном тоннеле судопропускного сооружения С-1 Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга

В рамках строительства Комплекса защитных сооружений (заказчик — Минрегионразвития) был построен тоннельный путепровод, обеспечивающий непрерывное транзитное движение транспортного потока по КАД Санкт-Петербурга (см. рис. 8). Судопропускное сооружение С-1 предназначено для круглогодичного прохождения судов с осадкой до 12 м и водоизмещением до 120 тыс. т. По С-1 будут проходить крупнотоннажные грузовые суда и современные круизные лайнеры. На Комплексе защитных сооружений (КЗС) АСУДД, за исключением автодорожного тоннеля, не предусмотрена.

Тоннель включает в себя два транспортных отсека, в каждом из которых



Рис. 8. Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений



Рис. 9. Операционный зал Центрального диспетчерского пункта тоннеля

три полосы движения (ширина одного отсека — 15,25 м). Между транспортными отсеками находится служебный отсек, который предназначен для техобслуживания систем тоннеля и эвакуации. Кроме того, вдоль тоннеля по внешним сторонам расположены два кабельных отсека.

В рамках строительства тоннеля был построен и сейчас активно функционирует Центр управления (Центральный диспетчерский пункт) АСУДД тоннеля (см. рис. 9).

Было разработано специальное программное обеспечение для функционирования данного центра. За происходящим в тоннеле постоянно наблюдают шесть диспетчеров. Информация о состоянии периферийного оборудования тоннеля отображается на специальных мнемосхемах (см. рис. 10).

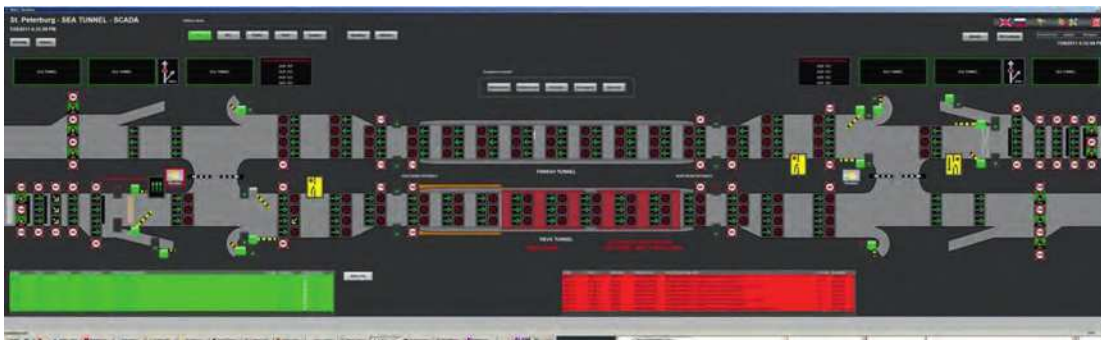


Рис. 10. Логическая схема дислокации периферийного оборудования АСУДД тоннеля

Состав оборудования АСУДД тоннеля указан в табл. 2. Основной производитель оборудования — Peek Traffic Ltd. (входит в группу компаний Imtech).

Таблица 2

Периферийное оборудование АСУДД тоннеля

№ п/п	Наименование	Количество
1	Телекоммуникационный шкаф с дорожным контроллером	16
2	Табло переменной информации	8

Окончание табл. 2

№ п/п	Наименование	Количество
3	Знак переменной информации	62
4	Светофор Т. 1.2	22
5	Светофор Т. 3	6
6	Светофор Т. 4	96
7	Светофор Т. 4.ж	150
8	Камера видеонаблюдения (фиксированная и купольная)	112
9	Детектор параметров транспортного потока (индуктивная петля и ASIM)	144
10	Автоматическая дорожная метеорологическая станция	2
11	Комплекс определения негабаритных средств	2
12	Комплекс контроля скоростного режима	2
13	Шлагбаум	14

4.3. АСУДД Западного скоростного диаметра

Западный скоростной диаметр (ЗСД) — стратегический инвестиционный проект города, определяющий его развитие в качестве крупного транспортного узла мирового уровня. ЗСД позволяет решить важнейшие транспортные задачи и проблемы Санкт-Петербурга, создавая кратчайшую связь между южными, центральными и северными районами города.

На новую магистраль будут переключены транзитные транспортные потоки, что существенно увеличит пропускную способность улично-дорожной сети города, позволит разгрузить от автотранспорта исторический центр Санкт-Петербурга, улучшит экологическую ситуацию.

Трасса магистрали начинается от развязки с Кольцевой автодорогой в южной части города, следует в район Морского порта «Большой порт Санкт-Петербург», затем на Васильевский остров и далее — на север до автодороги Е-18 «Скандинавия» (см. рис. 11).

ЗСД представляет собой платную городскую магистраль скоростного движения: 46,6 км — общая протяженность автомагистрали, в том числе на искусственных сооружениях (эстакады, мосты, путепроводы и тоннели) — 55 %, на земляном полотне — 45 %.

Ввиду прохождения трассы в теле сложившейся плотной селитебной и промышленной застройки, насыщенной коммуникациями, почти половина трассы запроектирована на эстакадах, которые решены в едином архитектурно-художественном стиле, отражающем современные технические возможности мостостроения.

В составе Западного скоростного диаметра предусматривается сооружение уникальных мостовых сооружений. Это в первую очередь относится к транспортным сооружениям ЗСД, располагающимся в акватории Невской губы, строительство которых является неотъемлемой частью формирования морского фасада Петербурга.



Рис. 11. Схема ЗСД



Рис. 12. Пункты взимания платы в районе ул. Благодатная (юг) и Центр управления дорожным движением ЗСД

ЗСД (в районе ул. Благодатная — см. рис. 12). Закончено строительство Южного участка ЗСД. Летом 2013 г. завершено строительство Северного участка ЗСД.

На магистрали Западный скоростной диаметр разрешенная максимальная скорость — 110 км/ч. Магистраль Западный скоростной диаметр обладает повышенным уровнем безо-

1 декабря 2013 г. общество с ограниченной ответственностью «Магистраль северной столицы» (МСС) принимает в эксплуатацию Южный участок ЗСД.

МСС создана 14 марта 2011 г. Общество представляет консорциум, реализующий соглашение о создании и эксплуатации на основе государственно-частного партнерства автомобильной дороги Западный скоростной диаметр, заключенное с Санкт-Петербургом и ОАО «ЗСД».

Участниками консорциума являются «ВТБ Капитал», Газпромбанк, компании Astaldi (Италия), Içtaş İnşaat (Турция) в качестве подрядчиков строительства и Mega Yapı İnşaat ve Ticaret (Турция) — технический консультант подрядчиков.

МСС осуществляет финансирование и организацию строительства Центрального участка Западного скоростного диаметра, а также принимает в эксплуатацию всю магистраль в рамках 30-летней концессии.

Учитывая большую протяженность и сложные условия строительства трассы, в ее составе выделены следующие участки:

- Южный участок;
- Северный участок;
- Центральный участок.

В настоящее время построен и функционирует Центр управления дорожным движением и ПВП

пасности: для лучшего восприятия водителем границ проезжей части установлены светоотражающие столбики, а также современные технологии позволили внедрить на дороге специальные демпфирующие системы, смягчающие тяжесть последствий в случае ДТП. Для контроля скорости водителем установлены знаки обратной связи, обращающие внимание на текущую скорость движения.

Южный участок

Его протяженность составляет почти 11 км. Южный участок проходит по прилегающей к морскому порту территории. Основная часть Южного участка проходит параллельно с железнодорожными путями (см. рис. 13).

Северный участок

Протяженность — 26 км, начинается от Приморского пр. и соединяется с автодорогой Е18 в районе Белоострова (см. рис. 14).

3 августа 2013 г. открыто движение по Северному участку ЗСД, 15 мая 2014 г. введен платный проезд по нему.

Центральный участок

Центральный участок ЗСД планируется построить на деньги инвесторов, деньги будут возвращаться за счет платы за проезд по магистрали. В настоящий момент ведутся проектные работы по Центральному участку.

Протяженность данного участка — чуть более 9 км, он соединит Васильевский остров

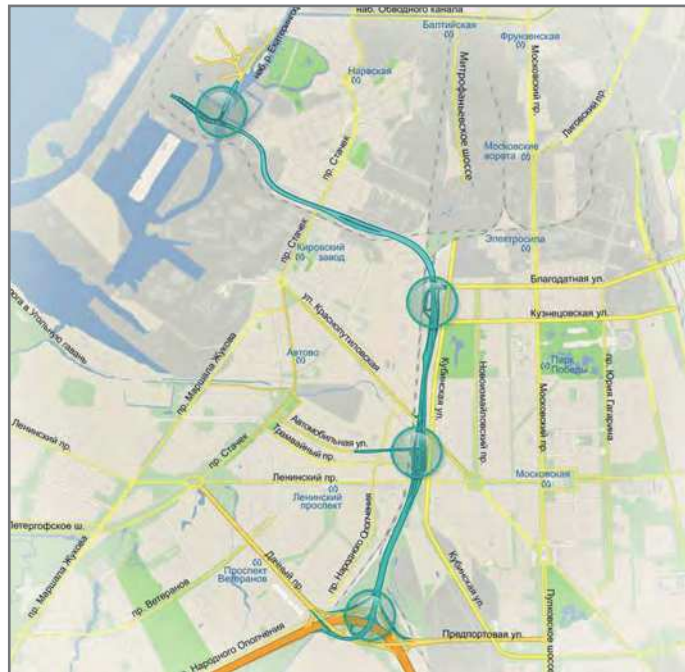


Рис. 13. Схема развязок Южного участка ЗСД

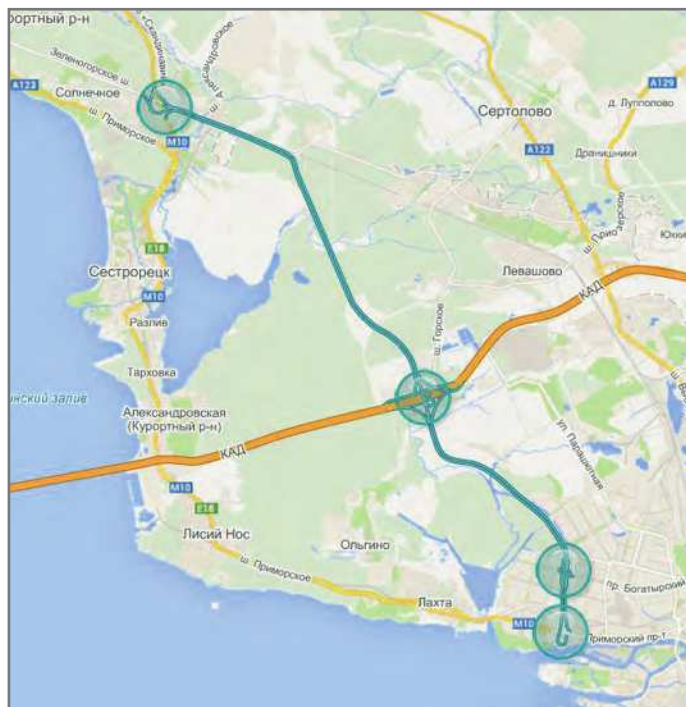


Рис. 14. Схема развязок Северного участка ЗСД

с Адмиралтейским и Приморским районами и пройдет от границ Морского порта до Приморского пр. В составе ЗСД на Центральном участке будут сооружены два неразводных моста, под которыми смогут проходить суда с верхними габаритами в 35 м.

Состав периферийного оборудования АСУДД указан в табл. 3 и 4. Основной производитель оборудования — Telegra (Хорватия).

Таблица 3

Периферийное оборудование АСУДД ЗСД (Южный участок)

№ п/п	Наименование оборудования	Тип оборудования	Кол-во
1	Дорожный контроллер		16
2	Контроллер АБУ Telegra		2
3	Средства отображения дорожной информации	A	6
		AC	31
		BC	17
		TLCS	46
		Электромеханический призмный	16
		Полноматричное одноцветное, 7 м	4
		Двухстрочное одноцветное, 3 м	9
4	Видеокамера	Жестко закрепленная	39
		На поворотном основании	21
		Система омыwania стекла с бачком	60
		Блок питания	60
5	Преобразователь интерфейсов	RS485-LX Муха TCF-142-S-SC-T	60
6	MPEG4-видеосервер	SED-2120T	60
7	Детектор	Двойной технологии	15
		Тройной технологии с классификацией на 5 + 1 класс	64
8	Аварийно-вызывное устройство		2
9	Знак SOS		2
10	Автоматическая дорожная метеостанция (АДМС)	Интерфейсная плата для двух дорожных датчиков и дополнительных датчиков	4
		Датчик температуры и относительной влажности (4 шт.)	4
		Датчик текущей погоды	4
		Датчик состояния дорожного покрытия	2
		Датчик температуры грунта	2

Окончание табл. 3

№ п/п	Наименование оборудования	Тип оборудования	Кол-во
11	Автоматическая дорожная метеостанция (АДМС)	Модуль измерения атмосферного давления	4
		Набор для измерения направления и скорости ветра	4
		Алюминиевая мачта, 3 м, с держателем датчика ветра	4
		Радиационный экран для датчика температуры	4
		Траверса с креплением для датчика температуры и относительной влажности	4

Таблица 4

Периферийное оборудование АСУДД ЗСД (Северный участок)

№ п/п	Наименование оборудования	Тип оборудования	Кол-во
1	Дорожный контроллер		29
2	Контроллер ABY Telegra		15
3	Средства отображения дорожной информации	A; AC; BC; TLCS	302
		Электромеханический призмный	32
		Полноматричное одноцветное, 7 м	22
		Двухстрочное одноцветное, 3 м	18
4	Видеокамера	Жестко закрепленная	53
		На поворотном основании	127
5	Детектор	Двойной технологии	21
		Тройной технологии с классификацией на 5 + 1 класс	124
6	Аварийно-вызывное устройство		5
7	Автоматическая дорожная метеостанция (АДМС)	Интерфейсная плата для двух дорожных датчиков и дополнительных датчиков	8
		Датчик температуры и относительной влажности (4 шт.)	8
		Датчик текущей погоды	8
		Датчик состояния дорожного покрытия	8
		Датчик температуры грунта	8
		Модуль измерения атмосферного давления	8
		Набор для измерения направления и скорости ветра	8
		Алюминиевая мачта, 3 м, с держателем датчика ветра	8
		Радиационный экран для датчика температуры	8
		Траверса с креплением для датчика температуры и относительной влажности	8

Примечание: Северный участок ЗСД разбит на 5 очередей строительства. Соответственно, данные, указанные в этой таблице, неполные — без учета 4-й очереди строительства Северного участка ЗСД.

Таблица 5

Периферийное оборудование АСУДД ЗСД (Центральный участок)

№ п/п	Наименование оборудования	Тип оборудования	Кол-во
1	Дорожный контроллер		9
2	Средства отображения дорожной информации	А; АС; ВС; TLCS	61
		ТПИ полноматричное одноцветное, 7 м	10
		ТПИ полноматричное одноцветное, 4 м	1
		Жестко закрепленные	27
3	Видеокамера на поворотном основании		60
4	Детектор тройной технологии		20
5	Автоматическая дорожная метеостанция (АДМС)	Датчик температуры и относительной влажности	2
		Датчик текущей погоды	2
		Дистанционный датчик состояния дорожного покрытия	2
		Дистанционный датчик температуры поверхности дорожного покрытия	2
		Модуль измерения атмосферного давления	2
		Набор для измерения направления и скорости ветра	2
		Алюминиевая мачта, 3 м, с держателем датчика ветра	2
		Радиационный экран для датчика температуры	2
		Траверса с креплением для датчика температуры и относительной влажности	2
		Шкаф с держателями для мачты и защитой	2

4.4. АСУДД центральной автомагистрали г. Сочи Дублер Курортного проспекта

Серьезный толчок в области создания ИТС на автомагистралях России дали XXII Олимпийские зимние игры в Сочи. В рамках подготовки к этому масштабному спортивному мероприятию были проведены огромные работы по развитию транспортной инфраструктуры данного региона, в том числе по созданию ИТС.

Применялись новейшие интеллектуальные разработки в области программно-технических средств, предназначенных для управления движением транспортных средств на дорожной сети города и автомагистралей. В частности, было разработано отечествен-

ное программное обеспечение АСУДД «Интеллект-Траффик».

Построен и активно функционирует Логистический транспортный центр Транспортной дирекции Олимпийских игр (см. рис. 15).

Особенность управления дорожным движением на УДС г. Сочи и прилегающих автомагистралях на период проведения Игр — привлечение к управлению различных организаций, включая федеральные органы исполнительной власти, органы власти Краснодарского края и местного самоуправления г. Сочи, владельцев дорог, органы управления Олимпийскими играми, и координация их совместной работы в целях поддержки стабильного функционирования транспортной системы города и обеспечения безопасности дорожного движения. Именно в Логистический транспортный центр сводилась вся информация от локальных АСУДД (см. рис. 16).

Здесь в оперативном режиме работают центральные органы управления — Диспетчерский центр ЛТЦ и Центр управления дорожным движением ЛТЦ, каждый на своем уровне в рамках своей компетенции взаимодействует непосредственно с оперативными службами организаций и ведомств (см. рис. 17).

Одной из локальных АСУДД стала АСУДД центральной автомагистрали г. Сочи Дублер Курортного проспекта.

Строительство Дублера Курортного проспекта — часть масштабной программы подготовки к Олимпийским зимним играм в Сочи. Дублер Курортного проспекта — один из самых значимых и сложных проектов в концепции развития транспортной инфраструктуры г. Сочи.

Транспортно-эксплуатационные показатели Дублера Курортного проспекта:

- общая протяженность — около 16,3 км;
- расчетная скорость движения — 75 км/ч;



Рис. 15. Здание Логистического транспортного центра в г. Сочи



Рис. 16. Диспетчерский центр ЛТЦ в г. Сочи

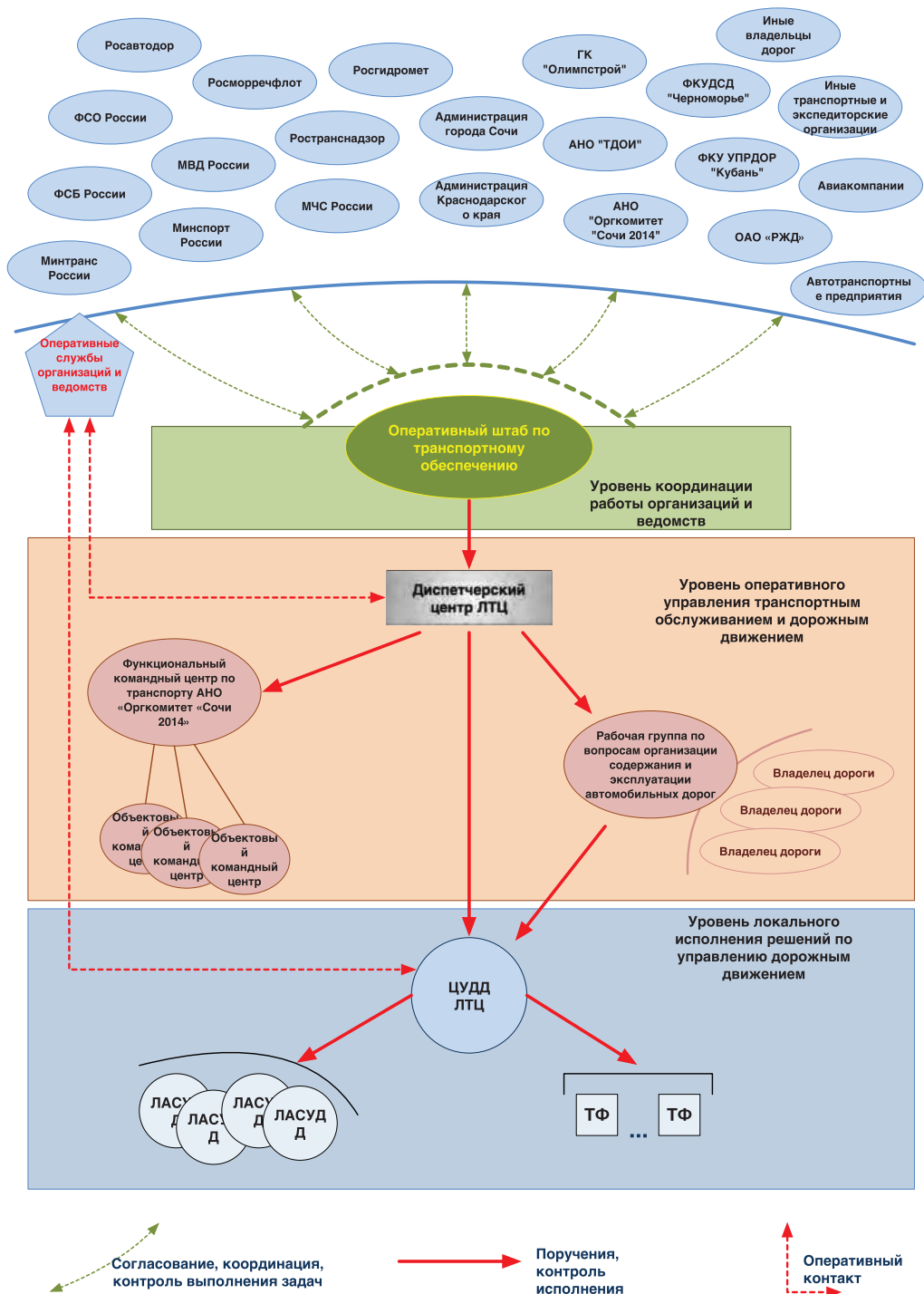


Рис. 17. Принципиальная структура взаимодействия органов, участвующих в управлении дорожным движением в г. Сочи

- количество транспортных развязок — 7;
- количество мостов и эстакад — 19;
- количество тоннелей — 15;
- общая протяженность искусственных сооружений — свыше 20 км.

Системы, находящиеся под управлением ЦУДД Дублера Курортного проспекта:

- АСУДД;
- АСУ ТП;
- АСС.



Рис. 18. Динамическое информационное табло, установленное на Дублере Курортного проспекта

Автоматизированная система управления дорожным движением реализована для достижения следующих основных целей:

- повышения уровня безопасности дорожного движения со снижением уровня ДТП и тяжести последствий ДТП;
- улучшения условий движения транспортных средств, повышения пропускной способности на дороге;
- снижения уровня экологического ущерба.

Внедрение АСУДД обеспечивает:

- повышение безопасности дорожного движения;
- оперативное реагирование, при необходимости оказание помощи в экстренных ситуациях;
- своевременное оперативное информирование водителей о транспортной ситуации на дороге;
- оптимизацию скоростных режимов;
- высокие транспортно-эксплуатационные показатели на скоростном участке автодороги;
- экономию затрат пользователей;
- повышение оперативности и качества работы эксплуатирующих дорогу организаций, обусловленное улучшением их информационного обеспечения;
- сокращение эксплуатационных расходов за счет более точного нормирования работ по содержанию автодороги.



Рис. 19. Структурная схема АСУДД Дублера Курортного проспекта

В состав автоматизированной системы управления дорожным движением входят компоненты двух основных типов:

- техническое и программное обеспечение АСУДД, расположенное в центральном пункте управления (ЦПУ);
- техническое и программное обеспечение периферийного оборудования АСУДД, расположенного вдоль автодороги.

Структурная схема АСУДД Дублера Курортного проспекта представлена на рис. 19.

В состав периферийного оборудования АСУДД входят:

- дорожный контроллер;
- табло переменной информации (ТПИ);
- знаки переменной информации (ЗПИ);
- детекторы транспорта;
- автоматические дорожные метеостанции (АДМС);
- видеокамеры;
- аварийно-вызываемая связь.

Таблица 6

Периферийное оборудование Дублера Курортного проспекта

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во
1	Табло переменной информации	20
2	Знак переменной информации	89
3	Призматические знаки переменной информации	7
4	Реверсивный светофор	327
5	Транспортные светофоры АСУДД	5
6	Транспортные светофоры АСУТП	39
7	Видеокамера	362
8	Детектор транспорта	156
9	АДМС	15
10	Шлагбаум	63
11	Система видеофиксации номеров	10
12	Система фиксации нарушений ПДД (проезд на красный свет)	5

Окончание табл. 6

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во
13	Система фиксации нарушений ПДД (нарушение скоростного режима)	30
14	Аварийно-вызывная колонка	220
15	Колонка громкоговорящего оповещения	725
16	Замерная станция АСУТП	54

В качестве программного обеспечения АСУДД используется разработка отечественно-производителя.

В состав ПО ЦПУ АСУДД входят следующие подсистемы:

- подсистема видеонаблюдения и видеозаписи;
- метеорологическая подсистема;
- подсистема контроля транспортных потоков и фиксации нарушений ПДД;
- подсистема аварийно-вызывной связи;
- подсистема мониторинга ИТ-инфраструктуры;
- подсистема интеграции со смежными ИС;
- подсистема мониторинга и управления дорожным движением.

Внешний вид видеостены Центра управления АСУДД Дублера Курортного проспекта представлен на рис. 20.



Рис. 20. Внешний вид видеостены Центра управления АСУДД Дублера Курортного проспекта.
Программное обеспечение «Интеллект-Траффик»

4.5. АСУДД автомобильной дороги М-4 «Дон»

Автомобильная дорога М-4 «Дон» постановлением Правительства РФ № 62 от 24 декабря 1991 г. включена в Перечень федеральных магистральных дорог России. Дорога имеет важное стратегическое и оборонное значение.

Протяженность автодороги М-4 «Дон» составляет 1517 км. Основная часть трассы от Москвы до Краснодара является составной частью европейского маршрута E115. Участок от Краснодара до Джубги образует маршрут E592, от Джубги до Новороссийска входит в состав E97. Кроме этого, по дороге М-4 проходит участок европейского маршрута E50 от пересечения с М-19 у Новошахтинска до ответвления М-29 у станции Павловской.

Дорога М-4 «Дон» передана в доверительное управление Государственной компании «Автодор» в мае 2010 г.

В 2011 г. М-4 стала четырехполосной автомагистралью на всем протяжении от Москвы до Воронежа. Федеральная автомобильная дорога М-4 «Дон» Москва — Воронеж — Ростов-на-Дону — Краснодар — Новороссийск является основной вертикальной осью дорожной системы России.

Дорога соединяет центральные и северные регионы европейской части страны с Северным Кавказом, Черноморским побережьем, портом Новороссийск (см. рис. 21).



Рис. 21. Схема прохождения платных участков автомобильной дороги М-4 «Дон»

До 2019 г. в соответствии с проектом долгосрочной программы деятельности Госкомпании «Автодор» на трассе М-4 «Дон» из 1517 км будут реконструированы и построены участки общей протяженностью 796,2 км. В итоге вся магистраль будет соответствовать первой технической категории: она станет четырехполосной, с разделенными встречными потоками движения и развязками в разных уровнях.

Участок км 48 — км 71

Участок км 48 — км 71 является вторым пусковым комплексом проекта реконструкции дороги М-4 «Дон» на направлении МКАД — Кашира (21-й км — 117-й км) в Московской области. Участок был построен в 1999 г. Общая протяженность участка составляет около 20 км. Начало эксплуатации на платной основе — с 1 октября 2012 г.

На объекте действует открытая система сбора платы за проезд. Пункт взимания платы установлен на 71-м км дороги М-4 «Дон».

На пункте взимания платы три полосы движения для транспортных средств перераспределяются на 15 полос сбора платы, что не снижает пропускную способность дороги.

Оператором платного участка автомобильной дороги выступает ООО «Автодор — Платные дороги». На данный момент компания выполняет функции агента Государственной компании «Автодор» по взиманию платы за проезд на платном участке км 48 — км 71 автомобильной дороги М-4 «Дон».



Рис. 22. Схема участка км 48 — км 71 автомобильной дороги М-4 «Дон»

Оплатить проезд можно следующими способами:

- наличными или при помощи банковской карты;
- с помощью бесконтактной смарт-карты T-card;
- с помощью транспондера T-pass.

Таблица 7

**Периферийное оборудование АСУДД автомобильной дороги М-4 «Дон»
на участке км 48 — км 71**

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Телекоммуникационный шкаф с дорожным контроллером	10
2	Блок распознавания инцидентов и нарушений ПДД	10
3	Телекамера поворотная с термокожухом с устройством позиционирования и системой омыwania	10
4	Детекторы транспорта	30
5	Управляемые дорожные знаки	50
6	Динамические информационные табло	10
7	Оборудование системы контроля скоростных режимов	12
8	Терминал экстренной связи	18
9	АДМС	3

Участок км 225 — км 633

Протяженность всего участка составляет 408 км, в том числе платных участков — 313 км (см. рис. 23).



Рис. 23. Автомобильная дорога М-4 «Дон», 250-й км



Рис. 24. Пример работы ПВП

29 марта 2012 г. в соответствии с условиями первого в истории России операторского контракта на содержание, ремонт и эксплуатацию участка дороги М-4 «Дон» с 225-го км по 633-й км функции по содержанию, ремонту и взиманию платы с пользователей были переданы ООО «Объединенные системы сбора платы» (ОССП).

На всех участках действует открытая система сбора платы за проезд.

При оплате наличными транспортное средство въезжает в зону оплаты на разрешающий сигнал светофора и останавливается напротив окна оператора. Кассир-контролер определяет категорию транспортного средства и информирует водителя о стоимости проезда. Тариф и категория транспортного средства отображаются на информационном табло. Водитель оплачивает проезд и получает чек. Движение можно продолжать после подъема шлагбаума и включения разрешающего сигнала светофора.

При оплате смарт-картой водитель помещает имеющуюся у него карту в денежный лоток. Кассир-контролер списывает со счета клиента необходимую сумму в соответствии с установленным тарифом.

При использовании транспондера денежные средства списываются автоматически при проезде автомобиля, оборудованного транспондером, через ПВП (см. рис. 24).

Проезд по платному участку с использованием смарт-карт и транспондеров осуществляется на основе предварительной оплаты. Приобрести смарт-карты и транспондеры можно в центрах продаж и обслуживания, которые располагаются на территории пунктов взимания платы.

Программное обеспечение АСУДД — top Xview компании Telegra.

Таблица 8

**Периферийное оборудование АСУДД автомобильной дороги М-4 «Дон»
на участке км 225 — км 633 (участки 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11)**

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Дорожный контроллер со шкафом	98
2	Табло переменной информации	98
3	Управляемый дорожный знак тип (А)	208
4	Управляемый дорожный знак тип (В/С)	110
5	Информационно-рекламное табло	7
6	Видеокамера на п-образной опоре	150
7	Видеокамера на мачтовой опоре	152
8	Детектор транспортного потока	208
9	Метеорологическая станция	12
10	Аварийно-вызывная установка	248

На реконструированных участках (км 48 — км 71, км 225 — км 633) внедрены элементы автоматизированной системы управления дорожным движением, которые обеспечивают следующие функции:

- сбор информации об обстановке на дороге в режиме реального времени через систему видеонаблюдения;
- сбор информации о погодных условиях от автоматических дорожных метеостанций;
- сбор информации о работе наружного освещения и срочной оперативной информации от пунктов экстренной связи;
- оперативное принятие решений;
- передачу информации соответствующим службам эксплуатации дороги, при необходимости — службам экстренной помощи;
- информирование пользователей дороги о скоростном режиме движения, о возможных ограничениях проезда посредством информационных табло, установленных на всем протяжении дороги.

Однако характерной особенностью эксплуатации автомобильной дороги М-4 «Дон» является пока небольшой процент пользователей, готовых приобретать специальные средства оплаты, следствием чего является необходимость остановки на ПВП для оплаты проезда. Для того чтобы пропускная способность автомобильной дороги не снижалась, нужно устраивать ПВП с большим количеством шлюзов, что сказывается на стоимости строительства объекта, а также делает возможным увеличение рисков возникновения заторов на пунктах оплаты.

4.6. Новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь»

Проект «Строительство нового выхода на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь» Москва — Минск (Обход г. Одинцово)» является одним из первых инфраструктурных проектов федерального уровня, который реализуется в рамках концессии (см. рис. 25 и табл. 9).



Рис. 25. Схема прохождения автомобильной дороги «Новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 “Беларусь”»

Концессионное соглашение относительно строительства и последующей эксплуатации на платной основе автомобильной дороги протяженностью 18,5 км от МКАД в районе Молодоговардейской транспортной развязки до 33-го км федеральной автомобильной дороги М-1 было заключено в июле 2009 г. Российской Федерацией в лице Федерального дорожного агентства Министерства транспорта РФ (концедент) и ОАО «Главная дорога» (концессионер).

С мая 2010 г. функции концедента исполняет Государственная компания «Российские автомобильные дороги».

Оператором платной автомобильной дороги выступает компания ООО «Новое качество дорог», с которой в июле 2013 г. ОАО «Главная дорога» заключило операторское соглашение.

На автомобильной дороге организована открытая СВП, что обусловлено небольшой протяженностью и особенностью расположения автомобильной дороги: для достижения

практически 100-процентной собираемости доходов применительно к данному проекту нет необходимости в устройстве закрытой СВП.

Таблица 9

**Периферийное оборудование АСУДД автомобильной дороги М-1 «Беларусь»
на участке Обход г. Одинцово**

№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Табло переменной информации	18
2	Управляемый дорожный знак тип (А)	56
3	Управляемый дорожный знак тип (В/С)	56
4	Видеокамера стационарная	123
5	Видеокамера поворотная	63
6	Детектор транспортного потока	54
7	Метеорологическая станция	2

Дорога разделена на три участка, которыми можно воспользоваться независимо друг от друга, так как по ходу движения имеются несколько съездов и въездов. Пункты взимания платы расположены таким образом, чтобы пользователь оплачивал проезд только за тот участок дороги, по которому он совершил движение.

Оплатить проезд по автомобильной дороге предлагается тремя способами:

- наличными, остановившись на ПВП;
- банковской картой, что ускоряет процесс оплаты и является достаточно удобным, причем без необходимости приобретения специальных средств оплаты;
- с помощью транспондера, без необходимости остановки на ПВП.

На автомобильной дороге эксплуатируется автоматизированный комплекс управления платной автодорогой (АКУПД). АКУПД является единым информационным пространством, объединяющим входящие в него программно-аппаратные комплексы по управлению платной автомобильной дорогой (см. рис. 26).

Комплекс является масштабируемым интеграционным решением, представляющим гибкие возможности покомпонентной настройки в зависимости от потребностей заказчика.

Основным назначением комплекса является максимально эффективное управление платной автомобильной дорогой путем следующих действий:

- оптимизации бизнес-процессов при эксплуатации платной автодороги;
- сокращения издержек управления при эксплуатации платной автодороги;
- повышения уровня услуг, предоставляемых всем участникам, задействованным в процессе эксплуатации платной автодороги;
- повышения прозрачности и степени контроля над деятельностью всех участников, задействованных в процессе эксплуатации платной автодороги.

Данный комплекс также позволяет гибко подходить к тарифной политике с учетом долгосрочных и краткосрочных прогнозов трафика.

Отдельно стоит отметить также систему навигации на ПВП с возможностью переключения полос оплаты в реверсном режиме (см. рис. 27). В зависимости от плотности направления

трафика переключается направление движения по полосам. Эта система позволяет увеличивать количество полос и пропускных пунктов, работающих в одном из направлений.



Рис. 26. Работа диспетчеров АСУДД и СВП (Обход г. Одинцово)



Рис. 27. Пример ПВП с возможностью переключения полос оплаты

5. Анализ отечественного опыта реализации проектов ИТС на автомагистралях

В процесс управления автомагистралью вовлечены различные организации, ведомства и большое число участников, чьи обязанности, полномочия и заинтересованность в различных элементах управления транспортной системой и ее эксплуатации довольно часто совпадают и дублируются. При создании элементов ИТС на автомагистралях нужно прежде всего учитывать их характерные особенности.

- **Интенсивный поток автомобилей с высокими скоростями движения**

В этих условиях резко увеличивается длина тормозного пути автомобиля; во время дождя появляется вероятность возникновения гидропланирования; возрастает воздействие бокового ветра, меняется восприятие водителем процесса движения. В часы пик значительно усложняется управление автомобилем, так как водитель движется в плотном потоке с высокой скоростью. Водитель вынужден удалять взгляд на значительное расстояние от автомобиля, что является следствием увеличения тормозного пути и возникновения мелькания в глазах боковых предметов дорожной обстановки. Малое время, которое водитель может затратить на опознавание средств организации движения, должно учитываться при их применении.

- **Многополосность**

Это также затрудняет восприятие водителем информации на знаках и сигналах, осуществляющих управление движением, что накладывает отпечаток на размещение информации и ее качество.

- **Отсутствие близко идущего встречного потока**

Значительно легче производится процесс обгона. Следовательно, на автомобильных магистралях применяется ограниченное количество предупреждающих и запрещающих знаков и возрастает роль информационно-указательных знаков и знаков сервиса.

- **Значительная неравномерность транспортной нагрузки по месяцам года, дням недели и времени суток**

В летние месяцы интенсивность движения увеличивается в 1,5–2 раза за счет возрастания количества легковых автомобилей и мотоциклов, принадлежащих жителям города и прилегающих населенных пунктов, а также иногородних автотуристов. Резко увеличивается количество автомобилей, выезжающих в предвыходные и предпраздничные дни к местам отдыха. Во второй половине выходного дня значительно возрастает поток автомобилей, возвращающихся в город. Такая неравномерность движения приводит к образованию заторов во многих узких местах пригородной сети дорог, повышению числа дорожно-

транспортных происшествий, загрязнению воздушного бассейна выхлопными газами. Изучение закономерностей движения вблизи крупных городов дает основание сделать вывод о необходимости разработки специальных автоматизированных систем управления движением на сети пригородных автомобильных дорог, целью которых является повышение эффективности работы автомобильного транспорта за счет рационального распределения транспортных потоков, выбора оптимальных режимов движения и гибкого управления ими с учетом постоянно меняющихся условий движения и уровня загрузки.

Выводы из анализа отечественного опыта реализации проектов ИТС на автомагистралях

1. Полномасштабное внедрение ИТС позволит осуществить переход от отдельного управления различными транспортными системами к централизованному управлению мультимодальной транспортной сетью. Ожидаемые результаты реализации программы:
 - снижение задержек транспорта на автомагистралях;
 - сокращение транспортных задержек на автомагистралях;
 - повышение пропускной способности автомагистралей;
 - снижение затрат времени населения на передвижение;
 - сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта.
2. Независимо от типа и количества внедряемых подсистем ИТС, как показывает опыт, любая система управления движением — это только надстройка на правильно спланированную и сформированную дорожно-транспортную инфраструктуру. Если дорожная инфраструктура не прошла этап полноценного детализированного комплексного транспортного планирования с учетом перспективы ее развития, то никакая даже самая современная подсистема ИТС не сможет полностью реализовать свой потенциал.
3. До начала полномасштабных работ по созданию (развитию) ИТС принципиально важно подготовить четкий и последовательный план необходимых мероприятий.
4. На начальной стадии работ важно определиться в главном архитекторе бизнес-решений.
5. Необходимо определить роль органов государственной власти в реализации политики развития ИТС. Следует ввести четкое разделение функций государства, городских властей, частных фирм в области развития интеллектуальных транспортных систем (как это сложилось практически во всех развитых странах мира).
6. Роль органов государственной власти в реализации политики развития интеллектуальных транспортных систем, как представляется, должна заключаться в решении таких задач, как:
 - анализ основных направлений развития интеллектуальных транспортных систем и законодательное обеспечение государственной политики в отношении развития интеллектуальных транспортных систем;
 - контроль за разработкой стандартов, регламентирующих требования к интеллектуальным транспортным системам;

- подготовка кадров для внедрения и эксплуатации интеллектуальных транспортных систем;
 - доленое финансирование проектов развития ИТС в сотрудничестве с организациями других форм собственности;
 - реализация проектов интеллектуальных транспортных систем федерального уровня;
 - координация в общегосударственном масштабе проектов разработки ИТС, проведение экспертизы различных проектов;
 - проведение научно-исследовательских работ.
7. Большинство заказчиков в процессе реализации ИТС сталкивались с необходимостью объединения уже существующих разрозненных центров управления дорожным движением в единый. Деятельность федеральных, региональных и городских органов управления целесообразно направить на создание и обеспечение совместимости и координации различных компонентов интеллектуальных транспортных систем, функционирующих на территории транспортного района.
 8. Практически при всех экспертных опросах об эффективности различных подсистем интеллектуальных транспортных систем приоритет отдается функциям ИТС, обеспечивающим безопасность дорожного движения. К таким функциям ИТС относятся прогнозирование опасных ситуаций, выявление заторов и дорожно-транспортных происшествий, разработка планов действий в опасных ситуациях, информирование участников движения о возникновении опасных ситуаций.
 9. Создание ИТС практически никогда не идет путем одновременного внедрения большого числа сервисов: ввиду финансовых ограничений на каждом этапе внедряется всего несколько сервисов, которые нацелены на ту или иную группу пользователей.
 10. Практика создания ИТС ради экономии средств на каком-либо отдельном небольшом участке автомагистрали мировым опытом отвергнута как неэффективное их расходование.
 11. Признано эффективным внедрение сервисов ИТС, пусть даже первоначально небольшого числа, но на большей части автомагистрали.
 12. При выборе варианта комплектации ИТС различными сервисами на основе расчета критических факторов (шаг второй) необходимо учесть интересы различных групп пользователей:
 - автомобилистов;
 - местного населения;
 - представителей бизнеса;
 - служб эксплуатации и администраций прилегающих населенных пунктов.

Ни одна из групп пользователей не может быть исключена из рассмотрения при внедрении ИТС. Однако это не означает, что ИТС в состоянии улучшить решение транспортных проблем для каждой из них, используя внедренный в данный момент сервис.

Очевидно, что наиболее эффективный подход к решению транспортных проблем автомагистрали — применение комплексного решения, обеспечивающего развитие транспортной инфраструктуры, совершенствование организации дорожного движения

и одновременно пересмотр градостроительных приоритетов развития в направлении снижения селитебно-трудовой несбалансированности в границах планировочных зон города, формирования условий для приоритетного развития общественного транспорта.

Эти пути не исключают друг друга, а дополняют. Главная задача сегодня — определить путь наиболее эффективного вложения финансовых ресурсов, который даст наибольший результат на вложенный рубль. Мировой опыт показывает, что этот путь — совершенствование ОДД и создание ИТС.

Важно отметить, что ИТС являются одним из наиболее эффективных направлений стабилизации и улучшения транспортной ситуации. Срок их окупаемости с учетом социально-экономического эффекта не превышает 5 лет, притом что затраты на создание значительно ниже затрат на развитие транспортной инфраструктуры. К тому же имеющийся опыт свидетельствует о том, что интеллектуальное управление повышает примерно на 20 % эффективность работы даже самой несовершенной дорожной сети, способствует уменьшению числа ДТП и улучшению экологической ситуации.

Все отмеченное подтверждает актуальность задачи создания ИТС на автомагистралях России, ориентированной как на оперативное управление транспортными потоками, так и на информационное обеспечение участников движения и субъектов процесса управления.

Важным фактором является отсутствие системы оперативного автоматизированного мониторинга состояния транспортного комплекса, что не позволяет в режиме реального времени отслеживать изменения транспортной ситуации и корректно прогнозировать влияние изменений в маршрутах движения транспорта на уровень загрузки и условия движения на автомагистрали. Слабо развита система информирования населения о работе транспортной системы.

Современное состояние подсистем, призванных управлять дорожным движением, требует качественного изменения подходов к этим вопросам, комплексное решение которых позволит повысить качество транспортного обслуживания населения и отраслей экономики, а также эффективность расходования бюджетных средств.

Данная ситуация выдвигает в разряд приоритетных ряд организационных и технических задач, таких как:

- создание научно-технического совета, состоящего из специалистов в области ИТС, для выработки стратегии развития ИТС в России, в частности в условиях отсутствия общегосударственных регламентирующих документов;
- постоянная работа Центра подготовки и повышения квалификации специалистов для ИТС, осуществляющего подготовку специалистов по организации дорожного движения;
- разработка и внедрение регламентов взаимодействия служб, обслуживающих подсистемы ИТС;
- существенное увеличение объемов целевого финансирования для развертывания ИТС в России.

6. Общесистемные решения ИТС

6.1. Определение основных целей, задач и направлений развития ИТС

6.1.1. Цели развития ИТС

Интелектуальная транспортная система — система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта (п. 2.1 ГОСТа Р 56294–2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем»).

В силу своей комплексности и охвата множества направлений транспортной деятельности развитие ИТС способствует решению самых различных проблем, характерных для транспортных систем в современных условиях. Развитие современного автотранспорта уже немыслимо без применения ИТС.

Глобальную цель построения и развития ИТС можно сформулировать как создание системы мониторинга и управления его транспортной системой в режиме реального времени для повышения качества транспортных услуг экономике и населению, снижения транспортных затрат, улучшения экологии и безопасности.

Области использования ИТС определяются услугами и сервисами, которые ИТС предоставляет целевым группам своих пользователей.

Целевыми группами пользователей услуг и сервисов ИТС на автомобильных дорогах федерального значения являются:

- 1) население:
 - пассажиры — пользователи услуг наземного пассажирского транспорта;
 - участники дорожного движения, перемещающиеся на автотранспорте;
- 2) хозяйствующие субъекты (бизнес):
 - частные и государственные грузоперевозчики, грузоотправители и грузополучатели;
 - службы дорожного строительства и эксплуатации;

- провайдеры информационных услуг;
- проектные организации;
- 3) органы управления автомобильных дорог и государственные службы:
 - органы управления Росавтодора и Государственной компании «Автодор»;
 - государственные службы — МЧС, МВД, скорая помощь и другие подобные службы, использующие автотранспорт;
 - государственные автоперевозчики.

В соответствии с этими целевыми группами пользователей сервисов ИТС формулируются главные стратегические целевые ориентиры создания и использования ИТС:

- 1) общесоциальные — высокая мультимодальная транспортная доступность всех населенных пунктов страны на транспорте в условиях существующего дефицита пропускной способности автомобильных дорог (за счет услуг эффективного управления ИТС), эффективность планирования социальной и деловой активности населения (за счет информационных сервисов ИТС), повышение безопасности и экологичности среды в части, зависящей от транспорта;
- 2) общеэкономические — высокая транспортная доступность любого населенного пункта для деловой активности и снижение доли транспортных издержек бизнеса в конечной цене продукции и услуг (за счет эффективного управления ИТС), эффективность планирования производственной деятельности (за счет информационных сервисов ИТС);
- 3) общемуниципальные и государственные — высокая транспортная доступность населенных пунктов для осуществления органами управления и государственными службами своих функций в условиях экстренного реагирования (за счет услуг эффективного управления ИТС), эффективность планирования работ и мероприятий (за счет информационных сервисов ИТС), реализация программ снижения угроз безопасности на транспорте и уменьшения вреда окружающей среде.

Основными целями создания ИТС на автомобильных дорогах федерального значения являются:

- повышение уровня безопасности дорожного движения, выработка эффективных решений с целью предотвращения ДТП и минимизация негативных последствий от произошедших ДТП;
- оптимизация условий движения транспортных потоков на автомобильных дорогах для повышения их пропускной способности и снижения риска возникновения ДТП;
- обеспечение высокого качества транспортного обслуживания всех пользователей;
- снижение вредного воздействия транспортного комплекса на экосистему;
- повышение эффективности функционирования транспорта и транспортной инфраструктуры;
- повышение качества планирования и управления в области транспортного комплекса и транспортной инфраструктуры;
- повышение эффективности контроля транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог;
- повышение эффективности работы по ликвидации ЧС и их последствий.

6.1.2. Задачи развития ИТС

Укрупненно можно выделить две общие базовые задачи, которые должна решать ИТС.

Задача № 1 — обеспечение эффективного функционирования транспортного комплекса.

Она подразумевает создание доступной и удобной транспортной среды для осуществления поездок и транспортировки грузов. Создание, функционирование и использование транспортной системы должны осуществляться при условии обеспечения для всех пользователей равного доступа, качественных и удобных сервисов, способствующих развитию данных услуг по всей стране. В то же время транспортная среда должна быть доступной для всех: должны быть улучшены возможности для передвижения инвалидов и детей. Кроме того, должны быть предоставлены возможности выбора различных видов передвижения.

Задача № 2 — обеспечение безопасности людей и экологической безопасности при функционировании транспортного комплекса.

Задача связана с дорожной безопасностью, окружающей средой и здоровьем. Это наиболее важные аспекты, которые должна принимать во внимание эффективная транспортная система. Она должна быть построена таким образом, чтобы ее функционирование не повлекло за собой причинения какого-либо материального ущерба и не создавало угроз жизни и здоровью людей.

Транспортная система также должна отвечать вопросам экологической безопасности. При решении указанных задач должны приниматься во внимание в первую очередь потребности пользователей дорог и других участвующих сторон.

Применительно к автомобильным дорогам федерального значения для достижения поставленных целей должны быть решены следующие конкретные задачи:

- обеспечение динамичного развития автомобильных дорог и интермодальных перевозок грузов;
- снижение задержек и увеличение скорости сообщения на всех видах транспорта на основе создания системы управления транспортными потоками, действующей в реальном времени;
- сокращение количества и тяжести аварий и дорожно-транспортных происшествий;
- обеспечение приоритетных условий движения пассажирского и специального транспорта, в том числе с использованием систем позиционирования на основе ГЛОНАСС/GPS;
- обеспечение оперативного автоматизированного контроля движения транспорта и оперативного управления им;
- развитие систем электронных платежей на транспорте, в том числе на базе систем позиционирования и навигации;
- улучшение информационного обеспечения субъектов управления транспортным комплексом;
- улучшение информационного обеспечения участников движения;

- повышение оперативности управления парком транспортных средств специальных, ремонтных, эксплуатационных и аварийных служб, в том числе с использованием систем позиционирования;
- снижение негативных последствий сбоев в устойчивом функционировании автомобильных дорог;
- обеспечение интегрированного подхода к созданию технического, информационного и программного обеспечения развития автомобильных дорог;
- оперативное предоставление актуальной информации об изменении дорожного движения автомобильных дорог в ситуационные центры Росавтодора и Государственной компании «Автодор», а также центры управления их структурных подразделений.

6.1.3. Направления развития ИТС

Проанализировав задачи, можно сформулировать основные направления развития ИТС.

А. Направления развития по улучшению доступности

При применении подсистем ИТС, сокращающих время в пути или оптимизирующих выбор маршрута или вида транспорта, повышается эффективность использования транспортной инфраструктуры. Пользователи автотранспорта могут избежать потерь времени в заторах, поисках парковки, особенно на въездах в город, и достичь конечных целей поездки в кратчайший срок. Наиболее эффективное транспортное обслуживание направлено на ускорение транспортного потока и сокращение заторов на основных маршрутах движения.

Низкие скорости движения вызывают необходимость закупки дополнительного подвижного состава, увеличение сроков его амортизации и т. п.

Б. Направления развития по повышению дорожной безопасности

Массовые нарушения ПДД приводят к существенному снижению пропускной способности автомобильных дорог, возникновению сетевых заторов, помех движению из-за мелких ДТП и т. п. Повышение дорожной безопасности в основном касается соблюдения водителями скоростных режимов. Существует четкая связь между высокой скоростью и тяжестью аварий. Высокая скорость и нарушения скоростного режима также создают возможность причинения вреда прочим участникам дорожного движения.

Для автомобилистов повышение дорожной безопасности с помощью ИТС обеспечивается информированием о препятствиях на проезжей части, а также о применении необходимого скоростного режима с учетом его мониторинга во время движения. Для пешеходов и велосипедистов повышение уровня дорожной безопасности связано с усилением мер по обеспечению информирования водителей об их присутствии на проезжей части. Для общества в целом повышение уровня дорожной безопасности означает меньшее количество ДТП и снижение их вреда, а также повышение надежности транспорта.

В реализации данного направления явно лидирующую роль будут занимать кооперативные ИТС.

В. Направления развития по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду

ИТС способны оказывать влияние на улучшение качества воздуха и уменьшение негативного воздействия транспорта на природную среду.

На окружающую среду также положительно влияют меры, направленные на улучшение доступности, поскольку транспортный поток становится более гармоничным. В некоторых случаях может возникнуть необходимость координировать эти меры с другими мерами регулирования для привлечения транспорта на участки, где транспортная среда является более благоприятной с точки зрения обеспечения непрерывного движения.

Действенные меры, направленные на контроль спроса и регулирование транспортного потока, — они положительно влияют на окружающую среду.

6.2. Архитектура ИТС

6.2.1. Основные положения

Создаваемые системы ИТС должны быть архитектурно и функционально совместимы на основе современной интегрированной с международными стандартами нормативной базы и практического отечественного и международного опыта.

Архитектура систем транспортной телематики определяет основные принципы организации ИТС и взаимосвязи компонентов ИТС между собой и с внешней средой, а также принципы и руководство по их разработке, внедрению и оценке эффективности использования. Архитектура ИТС представляет собой некую рамочную структуру, в границах которой могут быть предложены различные подходы к проектированию с учетом индивидуальных потребностей заказчика и необходимых пользовательских сервисов. Стандартизация архитектуры способствует систематическому и последовательному внедрению и непрерывному усовершенствованию подсистем (сервисов) ИТС.

Архитектура определяет функции, сервисы и подсистемы, которым присущи эти функции, а также потоки информации и данных, которые объединяют функции и подсистемы в единую интегрированную систему.

Отсутствие определенной архитектуры и согласованных протоколов совместимости приводит к несопоставимым и фрагментированным подсистемам, которые являются неопределенными, сложными и дорогостоящими для последующего интегрирования. В определенных случаях интеграция бывает фактически невозможной. Заказчик, разработчик и пользователь оказываются скованными в своем выборе, фактически зависимыми от определенной продукции поставщика, что приводит к необоснованным финансовым потерям и проблемам в части эксплуатации.

Сейчас технологии развиваются крайне стремительно, следовательно, архитектура ИТС должна оставаться современной, чтобы эффективно обеспечивать основу для непрерывного

развития и внедрения ИТС. На практике это осуществляется благодаря плотному сотрудничеству операторов подсистем ИТС, фактически выполняющих роль заказчика и одного из пользователей разработанных технологий, с разработчиками подсистем и поставщиками оборудования и соответствующего программного обеспечения.

Отечественные решения по ИТС, в частности по ее архитектуре, в той или иной степени должны учитывать зарубежный и отечественный опыт, и при необходимости отдельные решения могут и должны быть позаимствованы.

Как имеющие наибольшее влияние в сфере технического регулирования ИТС следует выделить три мировые системы стандартизации:

- ISO — международная организация по стандартизации (ISO — International Organization of Standardization), где сфера ИТС регулируется техническим комитетом 204 (Technical Committee 204 — Intelligent Transport Systems);
- CEN — европейский комитет по стандартизации (CEN — European Committee for Standardization), где сфера ИТС регулируется техническим комитетом 278 (Technical Committee 278 — Road Transport and Traffic Telematics);
- ITS Standards of Japan — японская система стандартизации.

Созданные в этих организациях рабочие группы специализируются по следующим направлениям: архитектура, системы возврата угнанных транспортных средств, общественный транспорт, управление стоянками и парковками, общественная ближняя связь, интерфейс «человек — машина», автоматическая идентификация транспортных средств, широкополосная связь / протоколы и интерфейсы, а также системы управления грузовым транспортом и подвижным составом и др.

К настоящему времени основная часть процессов, функций, интерфейсов, протоколов обмена данными, требований к оборудованию и другим аспектам ИТС в общем плане уже стандартизована на международном уровне, а в развитых странах — и на национальном уровне.

28 марта 2011 г. в Брюсселе Европейской комиссией была утверждена «Белая книга» — «Дорожная карта создания единого европейского транспортного пространства — на пути к конкурентоспособной и экологически рациональной системе».

Основанная цель транспортной стратегии Европы заключается в создании системы, обеспечивающей экономический прогресс в регионе, повышающей конкурентоспособность и обеспечивающей высокое качество транспортных услуг при условии более эффективного использования ресурсов.

Более эффективное использование транспорта и транспортной инфраструктуры предполагается осуществлять посредством внедрения усовершенствованных систем управления движением и информационных систем (т.е. ИТС).

Европейским парламентом и советом Европы 7 октября 2010 г. был принят закон 2010/40/EU «Об основах внедрения интеллектуальных транспортных систем в сфере дорожного транспорта и для обеспечения его взаимодействия с другими видами транспорта». В данном документе обращается особое внимание на то, что применение информационных и коммуникационных технологий в секторе дорожного транспорта и обеспечение его взаимодействия с другими видами транспорта внесут значительный вклад в улучшение экологических показателей, эффективности, в том числе энергетической, безопас-

ности дорожного движения и дорожного транспорта, в том числе при транспортировке опасных грузов, общественной безопасности и эффективности пассажирских и грузовых перевозок. В то же время оно обеспечит функционирование внутреннего рынка, а также повышение уровня конкурентоспособности и занятости в странах Евросоюза.

В настоящее время в состав Международной ИТС-организации входят 44 организации (ConneKt (ITS Netherlands), ERTICO, ITS America, ITS Arab, ITS Australia, ITS Austria, ITS Brazil, ITS Canada, ITS Chile, ITS China, ITS Colombia, ITS Croatia, ITS Czech Republic, ITS Denmark, ITS Espana (ITS Spain), ITS Finland, ITS France, ITS Hellas (ITS Greece), ITS Hong Kong, ITS Hungary, ITS India, ITS Israel, ITS Japan, ITS Korea, ITS Malta, ITS Mexico, ITS Munich, ITS New Zealand, ITS Norge (ITS Norway), ITS Polska (ITS Poland), ITS Romania, ITS Singapore, ITS Slovakia, ITS Slovenia, ITS South Africa, ITS Sweden, ITS Switzerland, ITS Taiwan, ITS United Kingdom, Network of National ITS Associations, Road Engineering Association of Malaysia, STI Argentina, Telematics Cluster, T.T.S. Italia).

Успехом России в области ИТС на международной арене можно считать участие в деятельности европейской ассоциации по интеллектуальным транспортным системам ERTICO. В 2008 г. в рамках переговоров с ЕС Россия подписала соглашение о сотрудничестве, которое предусматривает организацию совместной деятельности в сфере развития и использования спутниковых навигационных технологий на базе системы ГЛОНАСС для обеспечения безопасности дорожного движения, поддержания правопорядка, охраны государственного имущества и имущества граждан.

В настоящее время Россию в ERTICO активно представляет Ассоциация транспортной телематики России (АТТ — Россия).

Последние 15 лет активно продвигается в Европе, США и Японии такое направление развития ИТС, как реализация концепции интеллектуального автомобиля. Компоненты ИТС могут как находиться на транспортных средствах, так и быть элементами дорожной инфраструктуры. Элементы ИТС, предназначенные для установки на автомобиль, называются бортовыми ИТС. Они придают автомобилю «интеллект», превращая его в «умный» автомобиль, или «транспортное средство повышенной безопасности». Бортовые ИТС реализуют как минимум четыре функции:

- оказывают водителю помощь в предвидении дорожной обстановки;
- побуждают его к действиям по предотвращению опасной ситуации;
- снижают утомляемость водителя, принимая часть нагрузки по управлению автомобилем на себя;
- автоматически берут управление на себя, если водитель самостоятельно не смог выполнить необходимые действия по предотвращению ДТП либо снижению тяжести его последствий.

ИТС оценивает поступающие от датчиков и информационных устройств входные сигналы, интерпретирует их и соответствующим образом информирует или предупреждает водителя об опасности либо, заменяя водителя, осуществляет функции по управлению автомобилем адекватно сложившейся ситуации.

При ухудшении условий управления (снижение видимости, усталость водителя и др.) ИТС предупреждают водителя о возникновении опасных ситуаций. Такие системы актуальны для водителей грузовых автомобилей, находящихся за рулем продолжительное время.

Когда ДТП неизбежно, в действие включаются ИТС, помогающие предотвратить ДТП либо уменьшить тяжесть его последствий. Речь идет о наезде на впереди идущий автомобиль, потере сцепления колес с дорогой, об отклонении от траектории движения, о столкновении с мотоциклистом или пешеходом, столкновении на перекрестке.

Водитель последовательно воспринимает информацию об условиях движения и о реакции автомобиля на управляющее воздействие, оценивает ее и реагирует посредством приложения управляющих воздействий на рулевое колесо, педаль акселератора или тормозную педаль (традиционная система управления — «восприятие — оценка — действие»).

Система оказания помощи водителю поддерживает его в части восприятия информации, ее оценки (посредством предупреждения водителя об опасности), а также непосредственно управления автомобилем. При этом ИТС не подменяет водителя, а только помогает ему в управлении.

Сигналы, передаваемые водителю от ИТС, могут быть самыми различными: звуковыми (речь, музыкальные и тоновые сигналы различной частоты и громкости), визуальными (символы или текст различного цвета и яркости, постоянные и мигающие), контактными (вибрации).

Определение возможностей водителя по восприятию сигналов ИТС является важной исследовательской задачей. В частности, одним из ее аспектов является обеспечение различия между сигналом, информирующим о критической ситуации, требующей немедленного реагирования, и сигналом, указывающим на сбой в работе какого-либо узла автомобиля, следствием которого должны стать техническое обслуживание или ремонт.

Сигнал, предупреждающий водителя о неизбежной опасности, должен соответствовать следующим требованиям:

- быть заметным на фоне другой информации, которая подается водителю;
- отличаться от всех других сигналов, подаваемых автомобилем водителю;
- подаваться таким образом, чтобы можно было определить направление, откуда исходит опасность;
- информировать о характере опасности;
- способствовать своевременным реакциям или действиям водителя.

Должна быть установлена приоритетность предупреждающих сигналов, если они могут подаваться одновременно, а количество неверных предупреждающих сигналов должно быть минимальным.

Если ИТС использует информацию, поступающую от дорожной инфраструктуры, водителю должно быть известно, что такая информация доступна. Эта информация может быть эффективна, если автомобиль движется только с определенной скоростью. В этой связи становится важным соблюдение водителем предписанного скоростного режима движения.

Кроме того, ИТС должны информировать водителя и/или автоматически осуществлять определенные алгоритмы действий при возникновении в них внутренних неисправностей.

Предъявляемые к бортовым ИТС требования в целом можно сформулировать следующим образом:

- действие системы должно осуществляться в соответствии с намерениями водителя и соответствовать его ожиданиям в отношении обеспечения безопасности;
- система должна оказывать помощь в обеспечении безопасности;

- должна быть предусмотрена возможность проверки водителем корректности работы системы в любое время;
- должна существовать определенная степень доверия водителя к системе;
- для водителя должна быть предусмотрена возможность полностью взять управление автомобилем на себя в любое время;
- действие системы должно быть предсказуемым;
- работа системы должна быть надежна;
- должны отсутствовать помехи водителю в выполнении его функций по управлению автомобилем;
- должно отсутствовать негативное влияние системы на дорожное движение;
- должна быть предусмотрена возможность индивидуализации системы.

В настоящее время уже находятся в продаже или проходят полигонные испытания более десяти типов бортовых ИТС: системы поддержания дистанции в плотном транспортном потоке, удержания автомобиля на полосе, оповещения об усталости (дремоте) водителя, предотвращения боковых столкновений, удержания автомобиля при движении по кривой, обнаружения мотоциклистов и др.

На данный момент мировыми лидерами в развитии архитектуры ИТС являются США, Европейский союз и Япония. Начиная с 80-х годов они целенаправленно и систематически продвигают ИТС в качестве центральной темы в осуществлении транспортной политики.

В последнее время наблюдаются тенденции к международной интеграции ИТС. Так, сегодня 28 национальных ИТС-ассоциаций и 1500 участников объединены в ERTICO. Между этой организацией, «ИТС — Япония» и «ИТС — Америка» заключены договоры с целью расширения взаимодействия.

6.2.2. Мировая практика построения архитектуры ИТС

Население и транспортные операторы уже ощутили реальные экономические выгоды от развертывания ИТС. В последнее время наблюдается динамический рост рынка ИТС (см. рис. 28). Рынок услуг и товаров ИТС развился до уровня использования в практической транспортной деятельности технологий, считавшихся ранее технологиями высокого риска. По данным ассоциации «ИТС — Америка», к 2015 г. мировой объем продаж продукции и услуг ИТС составит более 400 млрд долл. Европейский рынок оценивается в 100–130 млрд евро.

Правительственные органы также уже увидели новые возможности систем контроля и управления дорожным движением в реальном времени. Начали широко реализовываться коммерческие проекты создания подобных систем, резко возросло число ежедневных операций населения и субъектов рынка с их применением.

Опыт стран Евросоюза, США, Японии и других государств в продвижении проектов ИТС показывает, что в условиях рыночной экономики только единая государственная политика позволяет объединить усилия государства, субъектов Федерации, бизнеса всех уровней и секторов экономики в решении общенациональных целей в транспортном комплексе.

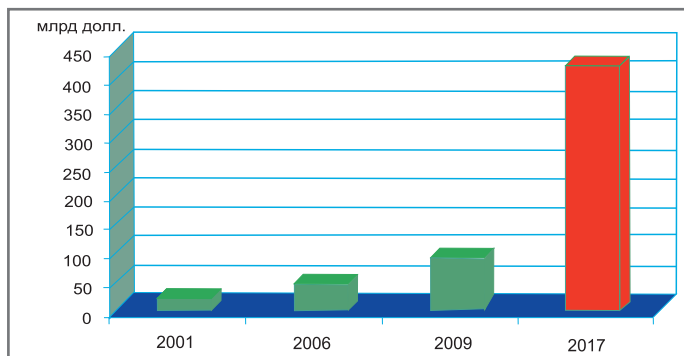


Рис. 28. Рост рынка ИТС

Государственно-частное партнерство стало рассматриваться как средство привлечения инвестиций частного сектора в научно-исследовательские работы и развитие ИТС. Правительство же сохраняет ведущую роль в формировании политики и планов развития систем.

Около 80 % инвестиций в ИТС приходятся на частный сектор, государство вкладывает 20 % инвестиций в создание

транспортной инфраструктуры, на которой ИТС-товары и услуги могут развиваться и реализовываться.

Взаимодействие государства, бизнеса, научного сообщества и пользователей обеспечивается созданием национальных и континентальных обществ (ассоциаций), таких как «ИТС — Америка», ERTICO, «ИТС — Япония», «ИТС — Азия», «ИТС — Китай», «ИТС — Австралия» и др.

Мировой опыт развития интеллектуальных транспортных систем показывает, что проблема внедрения ИТС носит стратегический характер, определяет в целом конкурентоспособность каждой страны на мировом рынке и в связи со значительной капиталоемкостью не реализуема без непосредственного участия государства. Механизмы реализации отличаются в разных странах, однако ее ключевые компоненты одинаковы везде: государство осуществляет стратегически-инновационную функцию — поддерживает базисные технологические и экономические инновации, придавая им начальный импульс.

Концептуально важно подчеркнуть четыре основных направления государственного участия:

- организующая и координирующая роль в создании институциональной основы для разработки национальной архитектуры ИТС и координационных планов развития;
- регулирующая роль — создание правового поля, стандартизация параметров в сфере безопасности и технической совместимости;
- стимулирующая роль — поддержка исследований и социально ориентированных пионерных проектов ИТС-сервисов в сфере общественного транспорта и неотложных служб;
- инвестиционная роль — разработка и реализация решающих задачи безопасности и повышения производительности ИТС-проектов, которые могут создаваться и эксплуатироваться с привлечением частного капитала на условиях государственно-частного партнерства.

За рубежом развитие ИТС — это высокоорганизованный процесс: создана его нормативно-правовая база, отлажены процессы стратегического и текущего планирования развития ИТС и бюджетного финансирования разработок и реализации пилотных проектов развертывания ИТС на национальном уровне, а также созданы специальные организационные структуры. В итоге развитие ИТС по всему миру методологически базируется на системном

подходе, формируя ИТС именно как системы, а не как отдельные модули (сервисы). Подходы к созданию ИТС основываются на принципе модернизации, реинжиниринга действующих транспортных систем. Отсюда следуют важные принципы поэтапного развития и модульности создания ИТС.

Формируются единая открытая архитектура системы, протоколы информационного обмена, формы перевозочных документов, стандартизация параметров используемых технических средств связи, контроля и управления, процедур управления и т.д.

Организационно-методической основой развития ИТС служат национальные концепции развития ИТС, национальные архитектуры ИТС и программы развития, важным инструментом привлечения новых игроков на этот рынок стало формирование рыночных пакетов ИТС.

В части практического применения зарубежного опыта можно сказать: все привязано к специфике государственных заказчиков. Для организации проекта и определения заинтересованных сторон требуется серьезно заниматься адаптацией зарубежных стандартов для их внедрения в России. В области архитектуры также нужно провести серьезную работу в плане организации взаимодействия с федеральными службами. В нашей стране функции федеральных служб распределены по-другому, такие службы более закрыты и обособлены друг от друга. Поэтому многие системы дублируют друг друга, и менять это в ближайшей перспективе никто не собирается.

В то же время есть вещи, которые могут быть использованы практически без доработок. Это все, что относится к управлению дорожным движением при помощи современного оборудования.

Одним из принципов стандартизации, согласно ст. 12 Федерального закона «О техническом регулировании», является применение международных норм как основы разработки национальных стандартов, за исключением случаев, когда такое применение признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям РФ, техническим и технологическим особенностям или по иным основаниям либо РФ выступала против применения международного стандарта или отдельного его положения.

Согласно «Методическим рекомендациям по разработке и подготовке к принятию технических регламентов» и «Рекомендациям по структуре, содержанию и изложению требований технических регламентов», в структуру технического регламента входит раздел «Применение стандартов» (презумпция соответствия), в котором описываются условия применения национальных стандартов для случая задания показателей качества к продукции в рамках реализации принципа «презумпция соответствия». Он известен как принцип «Нового подхода», применяемый в органах Европейского союза с 1985 г., устанавливающий презумпцию соответствия требованиям европейских директив (технических регламентов) при условии соответствия продукции требованиям гармонизированных с ними стандартов.

Главный довод в пользу ориентации на стандарты ИСО — повышение конкурентоспособности продукции на отечественных и международных рынках. В России стандарты ИСО находят все более широкое применение во всех отраслях промышленности.

С целью обеспечения гармонизации при формировании архитектуры ИТС прежде всего нужно ориентироваться на уже принятый национальный стандарт в данной области (ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011) и на международные стандарты ИСО в области построения архитектуры ИТС:

- 1) ИСО/TR 14813–2:2000 «Информации и управления транспортом. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем для сектора TICS. Часть 2. Основные TICS¹ эталонной архитектуры»;
- 2) ИСО/TR 14813–3:2000 «Информации и управления транспортом. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем для сектора TICS. Часть 3. Пример разработки»;
- 3) ИСО/TR 14813–4:2000 «Информации и управления транспортом. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем для сектора TICS. Часть 4. Учебная эталонная модель»;
- 4) ИСО 14813–5:2010 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 5. Требования к описанию архитектуры в стандартах ИТС»;
- 5) ИСО 14813–6:2009 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 6. Представление данных в ASN.1».

Необходимо также отметить, что при любом уровне гармонизации технических регламентов, национальных стандартов с международными нормами успех в построении ИТС, эффективность ее работы зависят в первую очередь от исполнения этих требований.

6.2.3. Построение национальной архитектуры ИТС в Российской Федерации

Первые попытки в области ИТС были предприняты в начале 2000-х годов. В 2003 г. была создана ассоциация «Интеллектуальные транспортные системы — Россия» («ИТС — Россия»), учредителями которой выступили Ассоциация международных автомобильных перевозчиков (АСМАП), ОАО «Транспортные коридоры», Агентство по делам федеральных государственных имущественных комплексов и другие организации и ведомства.

Кроме привычных целей, которые ставят перед собой подобные организации в зарубежных странах (повышение безопасности дорожного движения и эффективности использования транспорта и транспортной инфраструктуры, улучшение качества перевозок и снижение нагрузки на окружающую среду), ассоциация «ИТС — Россия» ставит перед собой задачи обеспечения защиты при проведении грузовых и пассажирских перевозок от внешних факторов (включая терроризм) и противодействия угонам транспортных средств.

Предметом деятельности ассоциации «ИТС — Россия» является создание единой платформы для эффективного взаимодействия государственных институтов, бизнеса, заинтересованных профессиональных кругов и научной общественности в построении архитектуры интеллектуальной транспортной системы в Российской Федерации.

¹ ICS (Transport Information and Control Systems) — системы транспортной информации и управления (ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011).

В 2014 г. при Министерстве транспорта РФ создан Экспертный совет по ИТС (распоряжение Минтранса России от 30 октября 2014 г. № МС-172-р «Об образовании Экспертного совета по интеллектуальным транспортным системам при Министерстве транспорта Российской Федерации»).

По большому счету Россия пока не приступает к системному комплексно скоординированному освоению ИТС. Не разработаны идеология и концептуальные подходы к решению этой глобальной транспортной проблемы, затрагивающей интересы всех секторов экономики и всех слоев населения. Практика ведущих западных стран показывает, что реализация возможностей ИТС требует взаимодействия многих министерств и ведомств.

В итоге на данный момент в России нет государственной организационной структуры, ответственной за развитие ИТС как основного средства инновационного развития транспорта.

Опыт разработок и внедрения конкретных подсистем и целых ИТС показывает, что реализация аналогичных комплексов на Западе имеет куда большую эффективность, чем в России. Среди основных причин снижения эффективности следует выделить объективные специфические особенности менталитета российского участника дорожного движения. Именно поэтому необходимо говорить о сугубо российской модели (российском стандарте) построения ИТС.

Российский опыт построения интеллектуальных систем основывается на том, что в основе ИТС обязательно должны быть автоматизированные системы управления дорожным движением, т. е. АСУДД.

Исполнительными элементами АСУДД являются светофоры и управляемые дорожные знаки, т. е. те технические элементы, которые принято относить к директивным методам управления транспортными потоками. Таким образом, основная работа при построении российских ИТС должна быть сосредоточена на снижении числа нарушителей на дорогах, и только после этого возможны проектные работы по функциональным подсистемам ИТС.

Учитывая приведенный опыт исследований, необходимо сделать вывод о том, что в российской практике построения ИТС может применяться западное передовое оборудование, но для построения технологических интеллектуальных надстроек необходимо опираться на результаты изучения поведенческих особенностей участников дорожного движения как ответной реакции транспортного потока на работу подсистем ИТС. В противном случае существует риск низкоэффективного вложения больших денежных средств в заведомо неживую систему.

Сегодняшний подход к архитектуре ИТС в России базируется на понимании данного термина как структуры связанных подсистем, которые вместе обеспечивают предоставление пользовательских услуг с использованием своих функциональных возможностей и определенных интерфейсов взаимодействия и взаимообмена информацией друг с другом и с внешними по отношению к ИТС системами (см. рис. 29).

Архитектура ИТС определяет основные принципы ее организации и взаимосвязи компонентов ИТС между собой и с внешней

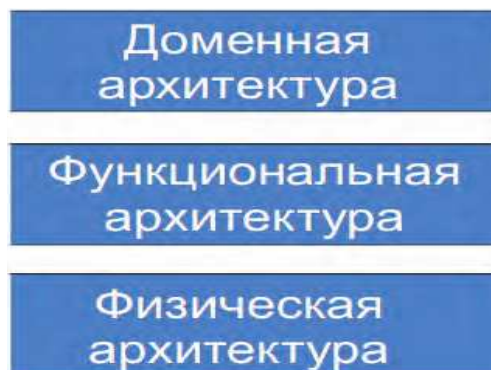


Рис. 29. Общие части архитектуры ИТС

средой, а также принципы по их разработке, внедрению и оценке эффективности использования.

В целях реализации Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», повышения эффективности работ по стандартизации в области интеллектуальных транспортных систем и привлечения к этим работам более широкого круга предприятий и организаций, работающих в данной области, приказом Росстандарта от 24 января 2012 г. № 44 было утверждено создание ТК 57 «Интеллектуальные транспортные системы».

Ведение секретариата поручено Московскому автомобильно-дорожному государственному техническому университету (МАДИ) с возложением на него функции постоянно действующего национального рабочего органа ИСО/ТК 204 в области стандартизации интеллектуальных транспортных систем по закрепленным за ТК 57 продукции и услугам в соответствии с кодами ОКС 03.220.20, 35.020, 43.040.15.

В своей работе ТК руководствуется действующим законодательством, стандартами национальной системы стандартизации Российской Федерации, Административным регламентом исполнения национальным органом по стандартизации государственной функции по организации экспертизы проектов национальных стандартов и их утверждению, другими нормативными документами, утвержденными национальным органом по стандартизации.

Работой ТК руководит председатель ТК, утвержденный приказом национального органа по стандартизации от 22 июля 2011 г. № 3821.

Непосредственно вопросы внедрения самих ИТС в России в настоящее время регламентируются государственными стандартами, разработанными ТК 57, самыми общими — ГОСТ Р 56294–2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем» и ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы». Последний ГОСТ является переводом соответствующего стандарта ISO. Иерархия архитектуры построения ИТС представлена на рис. 30.

ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011 определяет первичные сервисы и области применения, которые могут быть предложены пользователям ИТС. В зависимости от общей цели эти первичные сервисы и области применения могут быть интегрированы в сервисные домены ИТС, а внутри каждого из них может быть несколько сервисных групп, охватывающих отдельные области домена. Настоящий стандарт идентифицирует сервисные домены, внутри каждого из которых определены многочисленные сервисные группы. В пределах этой структуры существуют меняющиеся совокупности деталей, относящиеся к определению различных сервисов. Эти детали могут изменяться в зависимости от того, базируются ли основные строительные блоки национальной архитектуры ИТС непосредственно на сервисах или на функциональных группах. Таким образом, чтобы адаптировать эту структуру под конкретный объект управления, нужно создать привязку сервисных групп к соответствующим доменам, в рамках которых они существуют.

Доменная архитектура ИТС определяет:

- функции для оказания данной услуги пользователю;
- физические объекты или подсистемы, где эти функции выполняются;

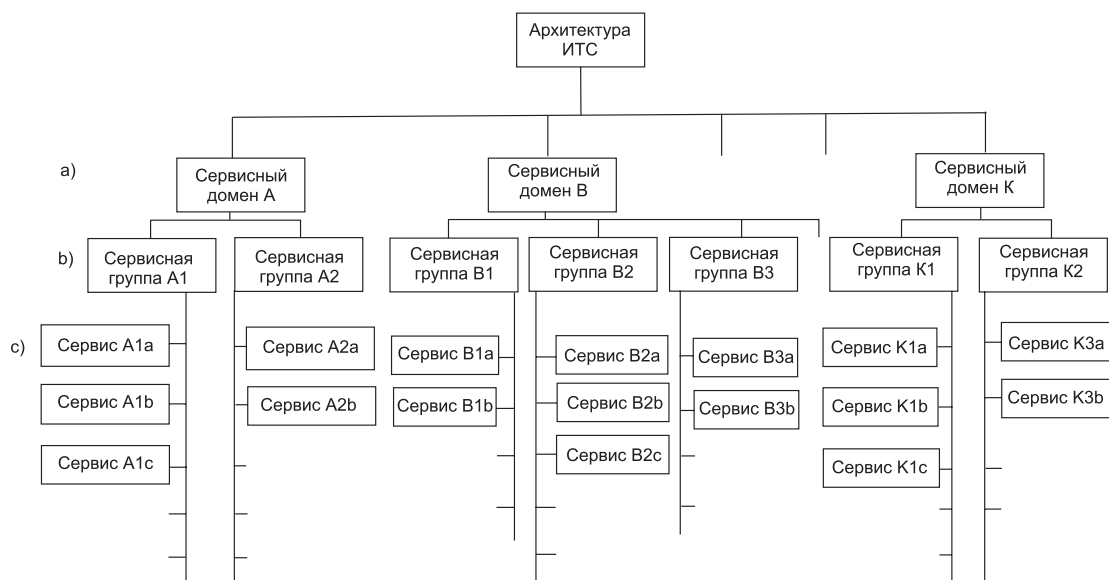


Рис. 30. Иерархия архитектуры ИТС:

а — специализация сервисных доменов (А, В, С и т.д.) определяется областью деятельности каждого из них; б — специализация сервисных групп (N1, N2, N3 и т.д.) определяется более специфической деятельностью, осуществляемой в рамках сервисного домена, но не определяет субъектов деятельности; с — специализация сервисов определяется исходя из вовлеченных субъектов деятельности (т.е. пользователей, способов перемещения). Сервисы также являются основой большей части элементарных случаев применения (пользовательское понимание архитектуры)

- интерфейсы и потоки информации между физическими подсистемами;
- требования к связи для передачи информационных потоков.

Основные сервисные домены ИТС представлены в табл. 10.

Таблица 10

Основные сервисные домены ИТС

№ п/п	Наименование
1	Информирование участников движения
2	Управление дорожным движением и действия по отношению к его участникам
3	Конструкция транспортных средств
4	Мониторинг и управление грузовыми перевозками (коммерческие перевозки)
5	Общественный транспорт
6	Служба оперативного реагирования
7	Электронные платежи на транспорте
8	Персональная безопасность, связанная с дорожным движением
9	Мониторинг погодных условий и состояния окружающей среды

Окончание табл. 10

№ п/п	Наименование
10	Управление и координация при чрезвычайных ситуациях
11	Национальная безопасность
12	Управление данными ИТС

По сути, сервисные группы и сервисы представляют собой дальнейшую детализацию различных секторов деятельности ИТС, уже представленных доменами.

Сервисные домены, согласно ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011, в настоящее время состоят из 49 сервисных групп и 145 сервисов, однако данный состав никогда не будет окончательным: с развитием ИТС он всегда будет видоизменяться, дополняться и корректироваться (см. табл. 11).

Таблица 11

**Сервисные домены, сервисные группы и сервисы в архитектуре ИТС
Российской Федерации**

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
1. Информирование участников движения	1.1. Дотранспортное информирование	Дотранспортное информирование — дорожное движение и дорожные объекты
		Дотранспортное информирование — общественный транспорт (колесный и рельсовый)
		Дотранспортное информирование — коммерческий транспорт
		Дотранспортное информирование — общение на персональном уровне
		Дотранспортное информирование — модальные изменения и информация в мультимодальном секторе
	1.2. Информирование в процессе передвижения	Информирование в процессе передвижения — придорожные объекты
		Информирование в процессе передвижения — сигналы для восприятия внутри транспортных средств
		Информирование в процессе передвижения — средства общественного транспорта
		Информирование в процессе передвижения — информация о ситуации с парковками
		Информирование в процессе передвижения — мобильные устройства
	1.3. Прокладка маршрутов и навигация — перед поездкой	Динамическая прокладка маршрута на борту транспортного средства и программирование/установка навигации
		Интегрированная прокладка маршрута при мультимодальных перевозках
		Прокладка маршрутов для пешеходов и велосипедистов

Продолжение табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
1. Информирование участников движения	1.4. Прокладка маршрутов и навигация — во время поездки	Автономная бортовая навигация транспортных средств
		Динамическая прокладка маршрута и навигация (на основе информации о ситуации в дорожной сети, получаемой в реальном масштабе времени)
		Интегрированная прокладка маршрута при мультимодальных перевозках
		Прокладка маршрутов для пешеходов и велосипедистов
	1.5. Поддержка при планировании поездки	Индивидуальное планирование поездки
		Централизованное планирование поездки
		Доступ к архивированной информации
		Доступ к базам данных
	1.6. Информация для путевых нужд	Информация для путевых нужд — на борту транспортного средства
		Информация для путевых нужд — персональный диалог
		Информация для путевых нужд — получаемая на одном из перечисленных выше в этом разделе объектов
2. Управление дорожным движением и действия по отношению к его участникам	2.1. Организация дорожного движения и управление им	Мониторинг дорожного движения
		Управление наземным движением на улицах городов
		Адаптивное управление режимами работы сигналов регулирования движения
		Управление движением на автомагистралях
		Предоставление преимуществ транспортным средствам оперативных служб (приоритет сигналов и возможность занимать вне очереди свободную полосу)
		Управление реверсируемым движением
		Координация между управлением уличным движением и управлением движением на автомагистралях
		Управление интермодальными точками соединения на автомагистралях
		Управление движением в рабочих зонах
		Передача информации о дорожном движении
	2.2. Управление инцидентами, связанными с транспортом	Мониторинг и подтверждение происшествий
		Помощь участникам происшествия на месте
		Помощь на месте происшествия участникам движения
		Координация действий на месте происшествия и освобождение транспортных путей
		Мониторинг и управление перевозками опасных грузов

Продолжение табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
2. Управление дорожным движением и действия по отношению к его участникам	2.3. Регулирование спроса на услуги транспортной системы	Варьирование в области ценообразования в дорожном секторе
		Регулирование доступа (въезда)
		Регулирование посредством выделения полос движения для многоместных пассажирских транспортных средств
		Регулирование дорожного транспорта с учетом зон особого контроля качества атмосферы
	2.4. Управление обслуживанием транспортной инфраструктуры	Управление строительством и обслуживанием дорог
		Зимнее обслуживание
		Обслуживание дорожного покрытия
		Автоматизированное обслуживание дорог
		Регулирование безопасности в рабочих зонах дорожной сети
	2.5. Принуждение к соблюдению / контроль за соблюдением правил дорожного движения	Контроль доступа (въезда)
		Использование средств облегчения движения многоместных пассажирских транспортных средств
		Принуждение к выполнению правил парковки
		Принуждение к выполнению ограничений скорости
		Принуждение к выполнению требований дорожных сигналов (например, запрет проезда на красный свет)
		Мониторинг вредных выбросов
3. Конструкция транспортных средств	3.1. Улучшение видимости на транспорте	Воздействие на обзор водителя транспортного средства
	3.2. Автоматизированное управление транспортным средством	Автоматическое сохранение полосы движения
		Автоматизированное маневрирование на низких скоростях
		Автоматизированная «швартовка» средств общественного транспорта на остановках
		Автоматическое поддержание скорости движения (круиз-контроль)
	3.3. Предупреждение столкновений	Предотвращение попутных столкновений
		Предотвращение боковых столкновений
		Предотвращение перекрестных столкновений
	3.4. Готовность составляющих безопасного движения	Мониторинг внутренних систем транспортного средства
		Мониторинг окружающей обстановки
	3.5. Срабатывание защитных удерживающих систем	Срабатывание защитных удерживающих систем

Продолжение табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
4. Коммерческие перевозки	4.1. Оформление коммерческих транспортных средств движения	Взвешивание в движении
		Оформление транспортных средств в движении
		Мониторинг данных о безопасности состояния транспортного средства
	4.2. Административные процедуры для коммерческих транспортных средств	Автоматизированная подача заявки и регистрация
		Автоматизированное администрирование коммерческого транспортного средства
		Автоматизированное пересечение границы
	4.3. Автоматизированный придорожный контроль данных о безопасности состояния транспортного средства	Удаленный доступ к данным о безопасности состояния коммерческого транспортного средства
	4.4. Бортовой мониторинг безопасности состояния коммерческого транспортного средства	Мониторинг бортовых систем коммерческого транспортного средства
		Мониторинг уровня реакции водителя коммерческого транспортного средства
	4.5. Управление коммерческими перевозками — перемещением грузов и соответствующим транспортным парком	Отслеживание местоположения транспортных средств коммерческого парка
		Диспетчеризация перемещения транспортных средств коммерческого парка
		Отслеживание местоположения грузовых контейнеров
	4.6. Управление интермодальной информацией	Обмен информацией о прибытии транспортных средств и контейнеров (потребители информации — компании-грузоперевозчики, перегрузочные компании и пункты переагрузки)
		Доступ к информации о грузоперевозке (для получателей груза и грузоотправителей)
	4.7. Управление интермодальными центрами и их контроль	Управление комплексом интермодального центра
		Контроль транспортных средств и контейнеров, перемещающихся в интермодальном режиме
	4.8. Управление перевозками опасных грузов	Выявление информации о перевозке опасных грузов
		Регистрация информации о перевозке опасных грузов
		Координация исполнения транспортного парка по перевозке опасных грузов
		Координация мер безопасности / участия полиции при перевозке опасных грузов

Продолжение табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
5. Общественный транспорт	5.1. Управление общественным транспортом	Мониторинг бортовых систем транспортного средства общественного транспорта
		Отслеживание перемещений парка общественного транспорта
		Служба расписания общественного транспорта
		Диспетчеризация общественного транспорта
		Служба планирования общественного транспорта
	5.2. Транспорт по заказу и совместно используемый транспорт	Диспетчеризация парка паратранзита Динамическая «подсадка» (посадка незапланированных пассажиров)
6. Чрезвычайные ситуации	6.1. Уведомление о чрезвычайных ситуациях на транспорте и персональная безопасность	Автоматизированный сигнал о чрезвычайной ситуации и диспетчеризация международных радиосигналов бедствия (mayday)
		Автоматизированный мониторинг несанкционированного проникновения в транспортное средство и угона
	6.2. Возврат похищенных транспортных средств	Сообщения, инициированные пользователями транспорта
		Автоматизированная сигнализация о похищении
		Автоматизированный мониторинг несанкционированного проникновения в транспортное средство и угона
		Отслеживание похищенного транспортного средства
		Дистанционная иммобилизация транспортного средства
	6.3. Регулирование перемещения транспортных средств оперативных служб	Отслеживание перемещений транспортных средств парка оперативных служб
		Координация передвижения транспортных оперативных служб
	6.4. Уведомление о перевозках опасных грузов и связанных с ними дорожно-транспортных происшествиях	Прослеживание транспортных средств, перевозящих опасные грузы
		Автоматизированный сигнал об инциденте с транспортным средством, перевозящим опасный груз / международный радиосигнал бедствия (mayday)
		Услуга оформления в движении транспортных средств, перевозящих опасный груз

Продолжение табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
7. Электронные платежи на транспорте	7.1. Электронные транзакции (денежные переводы) на транспорте	Электронная оплата за проезд
		Электронная оплата сбора за использование дорог
		Электронная оплата парковки
		Электронная оплата услуг (например, путевой информации или бронирования места)
		Электронная дистанционная оплата дорожного сбора
	7.2. Интеграция сервисов электронных платежей на транспорте	Интеграция платежных систем между различными юрисдикциями
		Интеграция региональных мультимодальных платежных систем
8. Персональная безопасность, связанная с дорожным транспортом	8.1. Безопасность поездок общественным транспортом	Беззвучный сигнал тревоги
		Аварийный сигнал / международный радиосигнал бедствия (mayday) для общественного транспорта
		Распознавание проникновения в транспортное средство
		Надзор за общественным транспортом
	8.2. Меры повышения безопасности для уязвимых участников дорожного движения	Системы мониторинга немоторизованных транспортных средств и пешеходов
		Системы мониторинга специализированных транспортных средств
	8.3. Меры повышения безопасности для лиц с ограниченными возможностями	Мониторинг дорожных пересечений специализированными средствами (инвалидными колясками, тележками)
		Предупреждение для водителей о дорожных пересечениях с путями следования специализированными средствами (инвалидными колясками, тележками)
	8.4. Меры безопасности для пешеходов, пользующихся интеллектуальными переходами и соединениями их маршрутов	Дисплей предварительного извещения о включении сигнала регулирования
		Предупреждение о приближающемся транспортном средстве (на нерегулируемых переходах)
		Предупредительные знаки и системы предупреждения на борту транспортного средства

Окончание табл. 11

Сервисный домен	Сервисная группа	Пример сервисов
9. Погодные условия и состояние окружающей среды	9.1. Мониторинг погодных условий	Управление информацией о погоде на дорогах
		Прогнозирование погоды на дорогах
	9.2. Мониторинг состояния окружающей среды	Мониторинг и прогнозирование уровня воды прилива
		Мониторинг сейсмической активности
		Мониторинг загрязнения окружающей среды
		Мониторинг лавиноопасности, грязевых селей и обвалов
10. Катастрофы и чрезвычайные ситуации	10.1. Управление информацией о катастрофах и ЧС	Сбор данных о катастрофах и ЧС
		Совместное использование данных о катастрофах и чрезвычайных ситуациях
	10.2. Управление при катастрофах и чрезвычайных ситуациях	Планирование действий в дорожной сети при катастрофах и ЧС
		Реализация действий по устранению последствий катастроф и ЧС
11. Национальная безопасность	11.1. Мониторинг и контроль подозрительных транспортных средств	Мониторинг транспортных средств, перевозящих опасные грузы и взрывчатые вещества
		Ограничение в правах для транспортных средств
		Регулирование дорожного движения
		Идентификация подозрительных транспортных средств
	11.2. Мониторинг коммунальных сооружений или трубопровода	Мониторинг опасных материалов / взрывчатых веществ на трубопроводных и коммунальных объектах
		Уведомление соответствующих служб о чрезвычайных ситуациях
12. Управление данными ИТС	12.1. Регистрация данных	Регистрация концепций и подпрограмм ИТС для многократного использования и функциональной совместимости
	12.2. Справочники данных	Локальная регистрация концепций и подпрограмм ИТС для многократного использования и функциональной совместимости
	12.3. Сообщение о чрезвычайных ситуациях	Регистрация сообщений о чрезвычайных ситуациях, посылаемых как от транспортных средств, так и от пользователей транспортной системы посредством как мобильных, так и других средств для интерпретации данных, позволяющих поставщикам оперативной помощи действовать в соответствии с видом происшествия
	12.4. Данные центров управления	Регистрация информационных концепций, которые могут стать предметом обмена между центрами управления
	12.5. Данные по реализации	Хранение данных и обмен ими для соблюдения законодательства
	12.6. Данные по регулированию дорожного движения	Хранение данных и обмен ими для использования в рамках одного или между различными центрами управления движением, дорожными операторами, правительственными агентствами, службами обеспечения соблюдения законодательств и оперативными службами

Помимо этого, разработаны ГОСТ Р 56294–2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем» и ОДМ «Рекомендации по структуре и элементам подсистем интеллектуальных транспортных систем, используемых на сети федеральных автомобильных дорог».

Согласно подходам, описанным в представленных документах, предполагается создание индивидуальной функциональной и физической архитектуры в каждом конкретном случае, в том числе и на автомобильных дорогах федерального значения.

ГОСТ Р 56294–2014 в значительной степени конкретизирует подходы к формированию ИТС в Российской Федерации. Он описывает:

- значительное число терминов и определений в области архитектуры ИТС;
- требования к функциональной и физической архитектурам ИТС.

Первым ключевым элементом в ИТС является описание жизненного цикла локальных проектов ИТС (см. рис. 31).

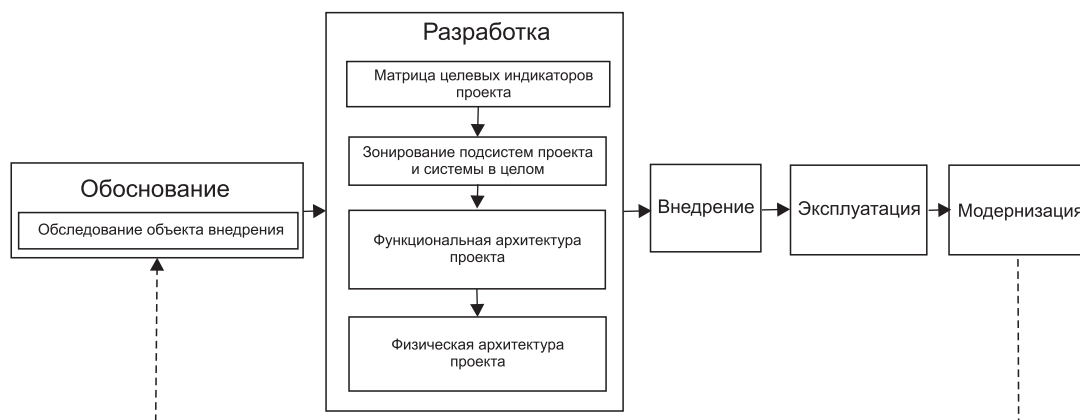


Рис. 31. Общая блок-схема жизненного цикла локального проекта ИТС

Вторым ключевым элементом является описание общей схемы взаимодействия функциональной и физической архитектуры локальных проектов ИТС.

Функциональная архитектура определяет модульную структуру ИТС, в которой прописываются целевые направления развертывания ИТС (безопасность, организация дорожного движения, мониторинг на дороге и в транспортном средстве), а также целевые группы задач, в соответствии с которыми формируются комплексы подсистем ИТС.

Ниже приведена предлагаемая обобщенная функциональная архитектура ИТС автомобильных дорог федерального значения.

Физическая архитектура — это структура программного обеспечения, аппаратных средств информационных и телекоммуникационных технологий, периферийного оборудования.

Физическая архитектура определяет основные требования к функционированию, взаимодействию и размещению элементной базы ИТС.

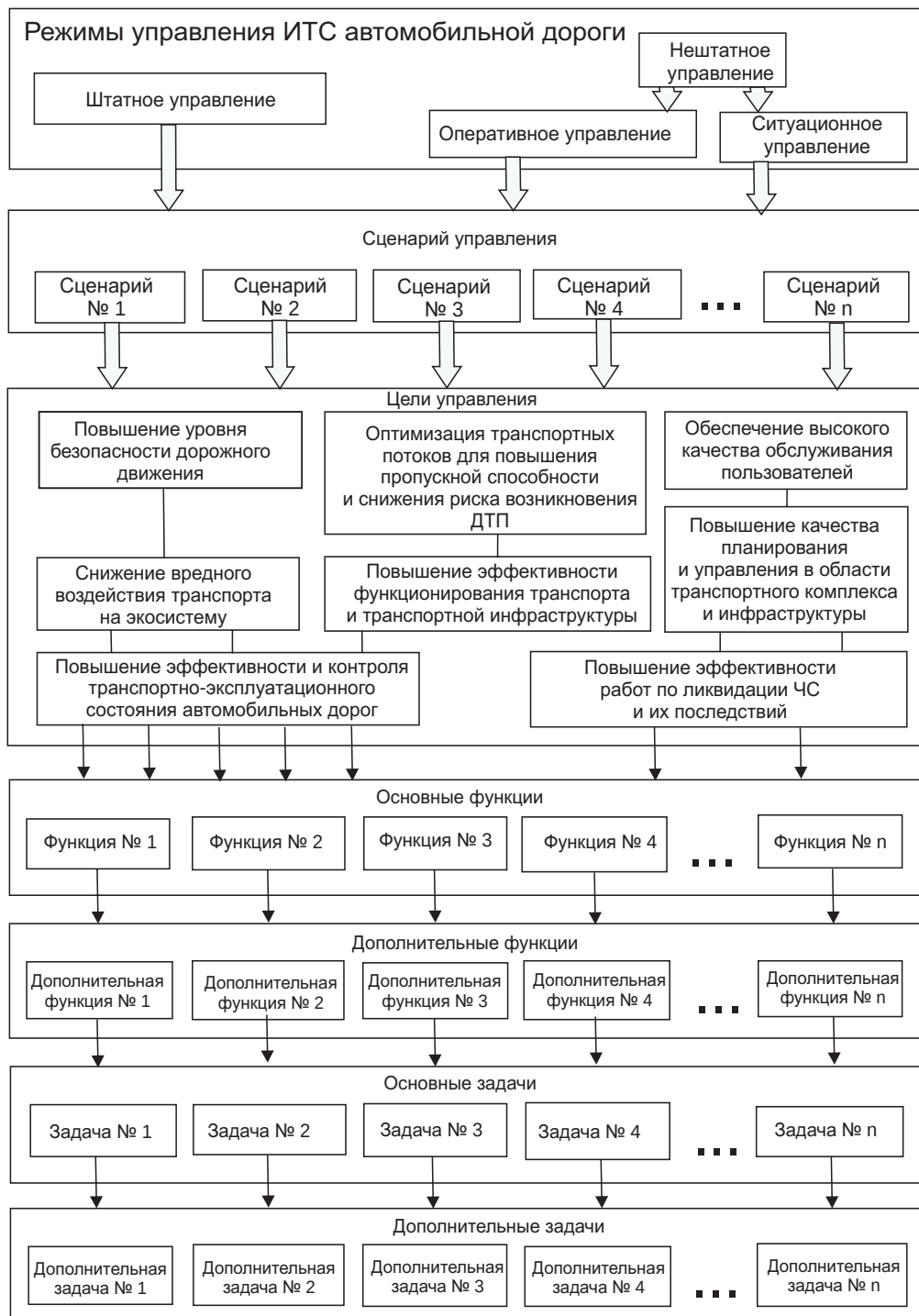


Рис. 32. Предлагаемая обобщенная функциональная архитектура ИТС автомобильных дорог федерального значения

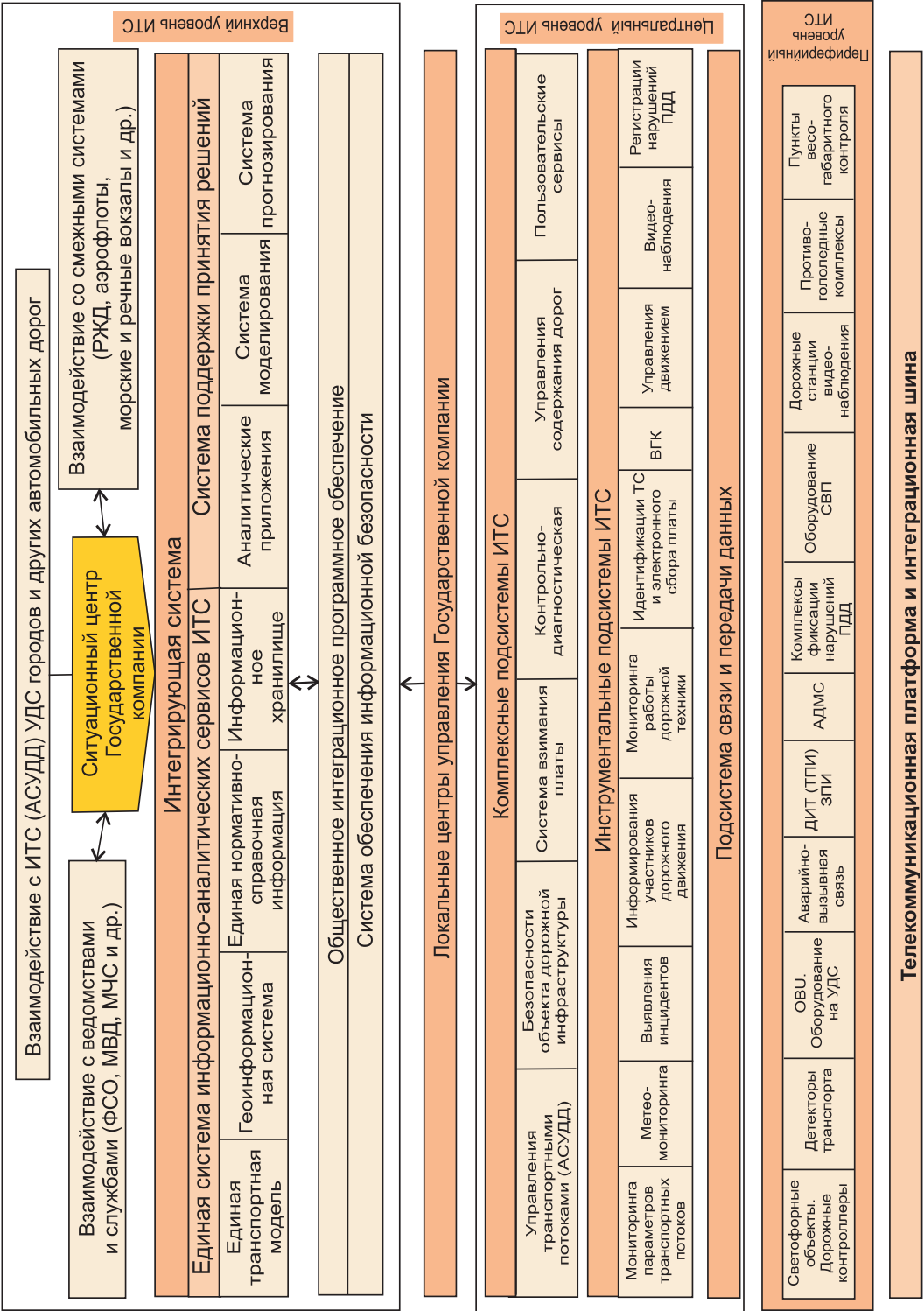


Рис. 33. Многоуровневая структура ИТС Государственной компании «Автодор»

Как пример многоуровневой физической архитектуры ИТС можно привести структуру построения подсистем, входящих в ИТС автомобильных дорог, переданных в доверительное управление Государственной компании «Российские автомобильные дороги» (см. рис. 33).

В данной структуре «Верхний уровень ИТС» — интегрирующая платформа. На этом уровне осуществляется накопление входящих аналитических и статистических данных, выполняется обработка данных в целях принятия эффективных решений по управлению подсистемами, поддерживается оперативное и ситуационное взаимодействие с внешними информационными системами.

«Центральный уровень ИТС» — комплексные и инструментальные подсистемы ИТС. Уровень представляет собой совокупность комплексных подсистем и инструментальных подсистем ИТС, интегрированных в единую интеграционную платформу.

6.2.4. Определение приоритетных сервисов ИТС

Достижение целей ИТС, описанных в разделе 6.1, обеспечивается при помощи услуг и сервисов, которые ИТС предоставляет пользователям.

Согласно ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011, «архитектура ИТС может быть интерпретирована в зависимости от условий применения». Он же рекомендует: «Для того чтобы разработать взаимосвязанную исходную архитектуру и установить взаимосвязи и взаимозависимости различных секторов ИТС, полезно прежде всего определить входящие в ИТС сервисы».

В долгосрочной перспективе ИТС должна обеспечивать реализацию всех функций, предусмотренных международными и разрабатываемыми отечественными требованиями к функциональной архитектуре ИТС. Однако в ближайшей и среднесрочной перспективе реализация всех функций ИТС и одновременное развитие всех функциональных областей без учета их приоритетности невозможны и нецелесообразны ввиду следующих причин:

- наличия ресурсных ограничений (прежде всего финансовых и временных);
- практически полного отсутствия отечественной нормативно-правовой базы в области ИТС;
- отсутствия комплексных научных исследований, разработанных стратегических и программных документов, сформированной единой национальной политики и других атрибутов технически грамотного процесса развертывания ИТС в целом в России;
- наличия в России в настоящее время крайне ограниченного числа специалистов в области ИТС и отсутствия в целом системного подхода по подготовке отечественных кадров в этой сфере;
- несформированности объекта управления (платные стоянки, организация движения грузовых автомобилей и др.).

При планировании развития ИТС крайне важно установить первоочередность реализации ее элементов. В первую очередь необходимо строить сервисы (подсистемы), которые гарантированно дадут существенный эффект в качестве транспортных услуг, снижения времени поездки, повышения надежности и безопасности. Даже небольшой опыт внедрения

подсистем ИТС показал, что основными причинами неудач являются как раз пренебрежение конечным результатом в угоду конъюнктурным и коммерческим интересам, идеализация условий эксплуатации.

Сервисы — главные составляющие доменной архитектуры ИТС. Доменная архитектура ИТС (domain, англ. — сфера применения) является базовой частью системы знаний в области ИТС.

Доменная архитектура формирует общее комплексное представление о структуре объектов и субъектов ИТС. При этом для каждого проекта системы набор и функциональное описание объектов и субъектов могут носить индивидуальный характер.

Принципиально в доменной архитектуре прописываются два объекта — транспортное средство, инфраструктура — и среда поддержания их коммуникативного взаимодействия: прямого (через каналы связевого взаимодействия) и опосредованного (через средства влияния — технические средства и технологии, ориентированные на информирование транспортного потока).

Определение приоритетных сервисов ИТС осуществляется на основе понимания в целом их наиболее полного состава на текущий момент, а также базовых задач и основных направлений деятельности ИТС.

При определении сервисов ИТС наряду с описанными в разделе 6.1 целевыми группами пользователей, образующими внешнюю клиентскую среду ИТС, учтены также ее внутренние пользователи, которые работают с ИТС как с информационно-управляющей системой в автоматизированном режиме. Целевую группу внутренних пользователей ИТС образуют диспетчеры, оперативные работники, сотрудники информационных и аналитических служб ИТС, которым ИТС предоставляет сервисы автоматизированной подготовки информации, расчетов, поддержки принятия решений, прогнозирования, моделирования, планирования и автоматизированного управления, формирования отчетности и аналитической обработки статистики.

Исходя из сформулированных выше базовых задач и основных направлений функционирования ИТС на сети автомобильных дорог федерального значения, можно отметить, что в наибольшей степени их скорейшему достижению будет способствовать реализация таких приоритетных сервисов ИТС, как:

- 1) **информирование участников движения** — на основе следующих сервисных групп:
 - а) *дотранспортное (предварительное) информирование:*
 - о транспортной ситуации на автомобильной дороге;
 - о состоянии функционирования дорожных объектов;
 - о наличии свободных парковочных мест в районе места назначения;
 - б) *информирование в процессе движения:*
 - о местах дислокации придорожных объектов;
 - о загруженности автомобильной дороги по предполагаемому маршруту движения;
 - о наличии свободных мест на парковках в месте назначения;
- 2) **управление дорожным движением** — на основе следующих сервисных групп:
 - а) *организация и управление дорожным движением:*
 - мониторинг дорожного движения (включающий видеонаблюдение и систему детектирования параметров транспортного потока);

- управление движением на автомобильных дорогах;
 - адаптивное управление режимами работы сигналов регулирования движения;
 - координация между управлением движением на скоростных автомагистралях и управлением уличным движением;
- б) *управление инцидентами, связанными с транспортом:*
- мониторинг и подтверждение происшествия;
 - организация помощи участникам происшествия на месте;
 - координация действий на месте и освобождение транспортных путей;
- в) *регулирование спроса на услуги транспортной системы:*
- прежде всего регулирование доступа (въезда) в города;
- г) *принуждение к соблюдению / контроль за соблюдением правил дорожного движения:*
- автоматизированные комплексы контроля за соблюдением правил скоростного режима;
 - автоматизированные комплексы контроля выполнения требований дорожных сигналов (например, проезда на красный свет), контроля использования полос, маневрирования и др.;
- 3) **чрезвычайные ситуации** — на основе следующих сервисных групп:
- а) *уведомление о чрезвычайных ситуациях на УДС и транспорте, а также о ситуациях, требующих экстренного вмешательства соответствующих служб (взаимодействие с ГИБДД, службой скорой медицинской помощи, МЧС, ФСО, ФСБ, городской администрацией, дорожными и коммунальными службами);*
- б) *регулирование перемещения транспортных средств оперативных служб путем предоставления им при необходимости приоритетного проезда;*
- в) *уведомление о перевозках опасных и крупногабаритных грузов (значительно превосходящих установленные нормативные параметры) и связанных с ними дорожно-транспортных происшествиях и инцидентах;*
- 4) **электронные платежи на транспорте** — на основе следующих сервисных групп:
- а) *электронные транзакции на транспорте:*
- электронная оплата использования дорог (тоннелей и мостов);
 - электронная оплата услуг ИТС (например, путевой информации или бронирования парковочного места);
- б) *интеграция сервисов электронных платежей на транспорте (интеграция платежных систем между различными юрисдикциями);*
- 5) **персональная безопасность, связанная с дорожным движением**, — на основе следующих сервисных групп:
- а) *безопасность поездок на транспорте;*
- б) *меры безопасности пешеходов;*
- 6) **погодные условия (дорожная метеобстановка)** — на основе следующих сервисных групп:
- а) *управление информацией о погоде на дорогах;*
- б) *прогнозирование погоды на дорогах;*

- 7) **катастрофы и чрезвычайные ситуации (управление и координация)** — на основе следующих сервисных групп:
- а) *управление информацией о катастрофах и ЧС:*
 - сбор и передача данных;
 - совместное использование данных;
 - б) *управление при катастрофах и ЧС:*
 - планирование действий в дорожной сети при ЧС;
 - в) *координация действий с ведомством по чрезвычайным ситуациям (МЧС);*
- 8) **управление данными ИТС** — на основе следующих сервисных групп:
- а) *программное обеспечение (ПО) для ИТС:*
 - приобретение (разработка) ПО для нужд ИТС;
 - ответственное хранение и доработка ПО под текущие и перспективные нужды;
 - б) *справочники данных:*
 - разработка, регистрация, ответственное хранение различных сценариев работы ИТС;
 - доработка различных сценариев работы ИТС;
 - в) *сообщения об инцидентах и ЧС:*
 - регистрация сообщений об инцидентах на УДС и ЧС, посылаемых как от транспортных средств, так и от пользователей транспортной системы посредством мобильных и других средств связи;
 - интерпретация данных, позволяющая поставщикам оперативной помощи действовать в соответствии с видом происшествия;
 - г) *данные центров управления:*
 - регистрация, хранение дорожной информации и обмен информацией, которая может быть востребована другими центрами управления, ведомствами, организациями, службами, а также различными федеральными, областными, городскими и частными автоматизированными управляющими или информационными системами (состав данных подлежит уточнению);
 - хранение данных и обмен ими для использования в рамках одного центра или между различными центрами управления движением, дорожными операторами, государственными службами и ведомствами, оперативными службами для обеспечения контроля соблюдения законодательства Российской Федерации в дорожной сфере.

6.2.5. Определение приоритетных подсистем ИТС

Определившись с приоритетными сервисами, мы можем определить и перечень приоритетных автоматизированных и/или информационных подсистем (комплексных и инструментальных), которые необходимо включить в состав ИТС. Часть этих подсистем в разной степени развития уже представлена, например АСУДД.

Подсистема ИТС — законченный в рамках одной прикладной задачи комплекс технологических решений, реализующийся на основе применения технических средств телематики.

Подсистема ИТС должна включать комплекс получения целевых данных (на основе собственной системы мониторинга либо от смежной подсистемы), аппаратно-программный комплекс анализа и принятия решения в соответствии с функциональной задачей подсистемы, а также может включать сложный и широко распределенный комплекс периферийных устройств.

Часть подсистем, которые фактически функционально являются самостоятельными, было принято ранее включать в состав АСУДД, на данный момент предлагается уйти от данной практики.

Каждая из рассматриваемых подсистем ИТС обеспечивает полностью или частично функции одного из приоритетных сервисов.

Решением задач, возложенных на соответствующие сервисы, непосредственно занимаются комплексные подсистемы ИТС.

Комплексная подсистема ИТС — законченная в рамках определенной функциональной задачи базовая система, включающая комплекс инструментальных подсистем.

В состав физической архитектуры ИТС принято включать, как правило, шесть комплексных подсистем ИТС:

- 1) управление транспортными потоками (директивное и косвенное управление транспортными потоками);
- 2) систему взимания платы;
- 3) системы контроля соблюдения ПДД и установленных норм;
- 4) пользовательские услуги и сервисы;
- 5) управление состоянием дорог;
- 6) контрольно-диагностическую систему.

Однако я считаю, что настало время добавить и еще одну комплексную подсистему — кооперативные ИТС.

Система управления транспортными потоками должна обеспечивать:

- автоматический выбор сценариев управления движением в зависимости от складывающейся дорожно-транспортной ситуации на основе данных, поступающих от подсистемы мониторинга параметров транспортных потоков;
- автоматизированную разработку сценариев управления движением (планов координированного управления);
- сбор информации о характеристиках транспортных потоков;
- поддержание в актуальном состоянии схемы организации дорожного движения и дислокации технических средств организации дорожного движения, а также параметров и характеристик их функционирования;
- передачу информации по запросу или с определенной регламентами взаимодействия периодичностью в информационную платформу ИТС;
- создание и ведение базы данных сценариев управления движением.

Система взимания платы должна обеспечивать:

- внесение всеми пользователями автодороги соответствующей платы за проезд или сбор необходимой информации о пользователях и/или их транспортных средствах в целях обеспечения взимания платы впоследствии;
- управление транспортными потоками на площадке ПВП;
- автоматическую классификацию транспортных средств и выбор тарифа на основе произведенной классификации;
- проезд негабаритного транспорта, спецтранспорта;
- автоматизированный контроль работы операторов полос;
- процедуры сбора, учета, хранения и инкассирования денежных средств в соответствии с законодательством РФ;
- процедуры регистрации случаев нарушений оплаты.

Система контроля соблюдения ПДД и установленных норм

Требования к данной комплексной системе аналогичны требованиям к инструментальной подсистеме фотовидеофиксации нарушений ПДД.

Система пользовательских услуг и сервисов должна обеспечивать:

- пользователей сервисами, повышающими качество и удобство, в соответствии с пользовательскими запросами;
- информационную поддержку пользователей ИТС (платную/бесплатную), в соответствии с запросами пользователей — автоматизированное и автоматическое формирование и передачу информации в едином формате в систему навигационно-информационного обеспечения на основе ГЛОНАСС/GPS;
- функционирование центра обслуживания телефонных звонков и передачу информации на интернет-сайты и в средства массовой информации;
- формирование информации о складывающейся дорожно-транспортной ситуации (интерактивные карты, таблицы, графики, статистическая информация и др.);
- создание и ведение базы данных.

Система управления состоянием дорог должна обеспечивать:

- контроль метеоусловий на автомобильных дорогах;
- определение состояния дорожного полотна;
- контроль состояния сложных инженерных сооружений (опционально, при их наличии);
- передачу информации заинтересованным подразделениям и подрядным организациям;
- контроль выполнения работы дорожной техникой и удаленную диагностику ее оборудования;
- создание и ведение базы данных.

Контрольно-диагностическая система должна обеспечивать удаленную диагностику работоспособности оборудования.

Диагностирование системы должно осуществляться на уровнях функциональных подсистем, программных и технических комплексов, средств передачи данных и отдельных технических средств.

Диагностика компонентов системы должна производиться автоматически, программными средствами на основе обработки и анализа поступающей информации.

Диагностика управляющего вычислительного комплекса должна быть обеспечена средствами операционной системы. Информация о неисправностях должна быть дифференцированной с указанием возможных причин неисправности с учетом возможностей встроенного самотестирования, осуществляемого на уровне периферийного устройства.

Информация о неисправности должна передаваться по средствам GSM-канала (по SMS) операторам центров управления и организациям, ответственным за обслуживание и эксплуатацию объекта.

Должно быть обеспечено визуальное отображение информации о неисправности периферийного оборудования на АРМ дежурного персонала системы. Результаты диагностики должны быть документированы.

Кооперативные ИТС должны обеспечивать возможность выявлять в режиме реального времени потенциальные риски при дорожном движении.

Более подробно назначение и услуги кооперативных ИТС рассмотрены далее в отдельной главе этой книги.

Комплексные подсистемы ИТС состоят из ряда инструментальных подсистем, основные из них:

- 1) АСУДД;
- 2) мониторинга параметров транспортных потоков;
- 3) навигационно-информационного обеспечения участников дорожного движения;
- 4) мониторинга и управления парковочного пространства;
- 5) фотовидеофиксации нарушений ПДД;
- 6) видеонаблюдения;
- 7) весогабаритного контроля;
- 8) выявления инцидентов;
- 9) мониторинга метеорологической обстановки;
- 10) мониторинга работы дорожной техники на основе ГЛОНАСС;
- 11) идентификации ТС и электронного сбора платы.

Инструментальная подсистема ИТС — законченный в рамках одной прикладной задачи комплекс технологических решений, реализующийся на основе применения совокупности технических средств телематики.

1. АСУДД

АСУДД предназначена (применительно к автомобильным дорогам федерального значения) для реализации:

- автоматического и автоматизированного управления дорожным движением по основному ходу автомобильной дороги;

- автоматического и автоматизированного управления дорожным движением на развязках (на въездах и съездах) автомобильной дороги;
- автоматического и автоматизированного управления максимально допустимой скоростью дорожного движения;
- управления распределением транспорта по полосам;
- автоматического мониторинга транспортных потоков, сбора, накопления и обработки статистической информации о функционировании технических средств системы, работе диспетчерского и технического персонала;
- оперативного диспетчерского управления движением транспорта при возникновении дорожных инцидентов, сложной транспортной обстановки, сложных погодных условиях и прочих внестатных ситуациях;
- отвода транспорта в случае возникновения происшествий;
- управления устранением последствий транспортных происшествий;
- обеспечения приоритетного движения специального транспорта;
- управления дорожным движением при запланированных особых событиях (оперативный пропуск спецтранспорта, обеспечение массовых общественных, спортивных мероприятий и т.п.);
- обеспечения возможности интеграции локальных АСУДД в единую систему управления движением;
- координации функционирования сети автомобильных дорог с прилегающей улично-дорожной сетью;
- мониторинга эффективности функционирования сети автомобильных дорог.

АСУДД включает в свой состав техническое, программное, информационное и организационное обеспечение. Функции АСУДД подразделяют на управляющие, информационные и вспомогательные.

В зависимости от уровня сложности АСУДД ее управляющими функциями могут быть:

- автоматическое локальное управление движением транспортных средств на отдельных перекрестках (въездах);
- автоматическое координированное управление движением транспортных средств на группе перекрестков;
- координированное управление движением транспортных средств на автомагистрали (или на ее участках) с автоматическим расчетом (выбором) программ координации (совокупности управляющих воздействий);
- установление допустимых или рекомендуемых скоростей;
- перераспределение транспортных потоков на дорожной сети;
- автоматический поиск и прогнозирование мест заторов на участках дорожной сети и автомагистрали с выбором соответствующих управляющих воздействий;
- обеспечение преимущественного проезда транспортных средств через перекрестки или автомагистрали;
- оперативное диспетчерское управление движением транспортных средств на отдельных перекрестках (въездах) или группе перекрестков.

К информационным функциям относятся:

- формирование сигналов и индикация данных о характеристиках транспортных потоков (для автомагистралей — дополнительно о метеорологических условиях и состоянии дорожного покрытия);
- накопление, анализ и вывод статистических данных о параметрах объекта управления, а также о режимах функционирования АСУДД в целом и отдельных технических средств и об их неисправностях;
- обеспечение возможности визуального наблюдения за движением транспортных средств на участках дорожной сети и автомагистралях с помощью телевизионной аппаратуры (при необходимости);
- формирование сигналов о нарушениях правил дорожного движения (при необходимости);
- обеспечение аварийно-вызывной связи вдоль автомагистралей;
- обеспечение возможности оперативной связи оператора системы с дорожно-патрульной службой, службами скорой медицинской и технической помощи, дорожно-эксплуатационными службами;
- регистрация смены режимов работы АСУДД, регистрация и анализ срабатываний устройств блокировок и защиты.

К вспомогательным функциям АСУДД относится автоматизация процессов подготовки исходных данных, кодирования, анализа и т. п.

2. Мониторинг параметров транспортных потоков

Основное назначение подсистемы: сбор, обработка, хранение и передача данных о параметрах транспортных потоков, необходимых для обеспечения актуализации транспортной модели автомобильной дороги, функционирования других систем ИТС, прежде всего АСУДД, навигационно-информационного обеспечения участников дорожного движения и интегрирующей системы.

Основой подсистемы является мониторинг параметров транспортных потоков на основе показаний транспортных детекторов. Мониторинг должен обеспечивать получение необходимых параметров от установленных на автодорогах детекторных комплексов.

3. Навигационно-информационное обеспечение участников дорожного движения

Основное назначение подсистемы: информационное обеспечение потребителей ИТС с использованием навигационных сервисов, контроль за движением транспорта, обеспечение функционирования интегрирующей системы.

4. Мониторинг единого парковочного пространства и управление им

Основное назначение системы: обеспечение мониторинга парковочного пространства, гармонизация потока при заезде и выезде из парковочного пространства.

5. Фотовидеофиксация нарушений ПДД

Основное назначение системы: снижение совершаемых участниками дорожного движения нарушений правил дорожного движения.

Массовые нарушения ПДД приводят к существенному снижению пропускной способности УДС, возникновению сетевых заторов, помех движению из-за мелких ДТП и т. п. Мировой опыт показывает, что единственным методом поддержания дисциплиниро-

ванности водителей являются эффективность и неотвратимость наказания. Широкое использование автоматических систем видеофиксации нарушений, введение института парковочных инспекторов позволят быстро решить эту проблему.

6. Видеонаблюдение

Основное назначение подсистемы: визуальный контроль за складывающейся дорожно-транспортной обстановкой.

7. Весогабаритный контроль

Основное назначение подсистемы: автоматическое определение весогабаритных параметров ТС, передача соответствующих данных в центр обработки данных.

8. Выявление инцидентов

Основное назначение подсистемы: контроль за складывающейся дорожно-транспортной обстановкой посредством анализа в реальном времени параметров транспортного потока и транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги.

9. Мониторинг метеорологической обстановки

Основное назначение подсистемы: сбор, обработка, хранение и передача данных о метеорологической и экологической обстановке на автомобильной дороге, необходимых для обеспечения функционирования других модулей и подсистем ИТС.

10. Мониторинг работы дорожной техники на основе ГЛОНАСС

Основное назначение подсистемы: автоматизация процессов планирования, контроля и приемки работ по содержанию автомобильных дорог, находящихся в доверительном управлении Государственной компании, на основе использования мониторинговых и спутниковых навигационных технологий ГЛОНАСС.

11. Система взимания платы (идентификации ТС и электронного сбора платы)

Основное назначение подсистемы: осуществление эффективного и безошибочного автоматизированного взимания платы за проезд по дорогам Государственной компании, а также для контроля ситуации на ПВП.

12. Интегрирующая

Основное назначение подсистемы: организация единого и взаимосвязанного функционирования ИТС.

13. Связи и передачи данных

Основное назначение подсистемы:

- обеспечение приема-передачи данных, видеоданных и голосовой информации по волоконно-оптическим, медным и беспроводным линиям связи подсистем (сервисов) ИТС;
- соединение периферийного оборудования элементов подсистем ИТС с центрами управления информацией, ее мониторинга, хранения и обработки;
- взаимодействие с другими сетями единой сети электросвязи;
- обеспечение доступа по каналам связи должностным лицам, органам государственной власти, органам эксплуатирующей организации к необходимой информации, касающейся транспортного обслуживания и дорожного движения.

7. Перспективы развития ИТС на автомобильных дорогах федерального значения России

Основными наиболее перспективными направлениями развития ИТС являются следующие:

- 1) пространственное развитие и расширение функционала всех основных подсистем ИТС;
- 2) интеграционное развитие ИТС;
- 3) внедрение различных подсистем ИТС;
- 4) развитие рыночных пакетов ИТС;
- 5) внедрение кооперативных систем.

7.1. Пространственное развитие, расширение функционала всех основных подсистем ИТС

Прежде всего это развитие:

- **подсистемы управления дорожным движением:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всех федеральных автомобильных дорог. Внедрение централизованного координированного управления техническими средствами регулирования и организации дорожного движения по подготовленным сценариям;
- **подсистемы мониторинга параметров дорожного движения:**
конечная цель — обеспечение отслеживания изменения транспортных потоков на всех перегонах и на всех развязках, создание постоянно действующей транспортной модели, работающей в режиме реального времени;
- **подсистемы видеонаблюдения:**
конечная цель — полное видеопокрытие всей сети автомобильных дорог. Необходимо разработка единой системы предоставления онлайн-видеоинформации, обеспечивающей предварительное распознавание инцидентов и обеспечение оповещения дежурных служб и подразделений как эксплуатирующих организаций, так и операторов, подрядчиков и т. д.;

- **подсистемы выявления инцидентов:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всех развязок, мостовых и тоннельных сооружений, мест концентрации ДТП;
- **подсистемы метеомониторинга (мониторинга метеорологической обстановки):**
конечная цель — создание единой системы метеомониторинга автомобильных дорог с обеспечением ее плотной интеграции с федеральной гидрометеослужбой и метеослужбами городов;
- **подсистемы навигационно-информационного обеспечения участников дорожного движения:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всех федеральных автомобильных дорог. Создание федеральной автоматизированной системы навигационно-информационного обеспечения участников дорожного движения с информационными порталами для участников дорожного движения;
- **подсистемы мониторинга работы дорожной техники на основе ГЛОНАСС:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всех федеральных автомобильных дорог. Создание автоматизированной системы планирования, контроля и приемки работ по содержанию автомобильных дорог на основе использования мониторинговых и спутниковых навигационных технологий ГЛОНАСС;
- **системы взимания платы (идентификации ТС и электронного сбора платы):**
конечная цель — создание системы по эффективному и безошибочному автоматизированному взиманию платы за проезд по платным дорогам, работающей при безостановочном скоростном проезде транспортных средств;
- **подсистемы весогабаритного контроля:**
конечная цель — создание единой федеральной системы автоматизированного весогабаритного контроля, увязанной с создаваемой федеральной системой взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования грузовыми транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 т;
- **подсистемы мониторинга парковочного пространства:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всего парковочного пространства на федеральных автомобильных дорогах. Создание федеральной автоматизированной системы мониторинга парковочного пространства с единым информационным порталом для участников дорожного движения;
- **подсистемы фотовидеофиксации нарушений ПДД:**
конечная цель — значительное снижение совершаемых участниками дорожного движения нарушений ПДД. Покрытие данной подсистемой всех потенциальных мест концентрации нарушений ПДД;
- **подсистемы аварийно-вызывной связи:**
конечная цель — покрытие данной подсистемой всех федеральных автомобильных дорог I категории;

- **подсистемы связи и передачи данных (дорожно-интегрированной системой связи — ДИСС):**

конечная цель — создание единой телекоммуникационной платформы ИТС, плотно интегрированной с общей телекоммуникационной платформой эксплуатирующих организаций. Обеспечение надежной и качественной связи, развитие комплекса сервисных возможностей не только для нужд непосредственно эксплуатирующей организации, а в целом для всех участников дорожного движения.

7.2. Интеграционное развитие

Необходима разработка единой сводной системы управления ИТС, и прежде всего АСУДД, всей сети автомобильных дорог с подключением к ней всех имеющихся и планируемых к строительству участков — по сути, это «верхний уровень» ИТС автомобильных дорог федерального значения России.

«Верхний уровень» — интегрирующая система ИТС, на которой осуществляется накопление входящих, аналитических и статистических данных, выполняется обработка данных в целях принятия эффективных решений по управлению подсистемами, поддерживается оперативное и ситуационное взаимодействие с внешними информационными системами.

Интегрирующая система ИТС должна стать одной из важнейших составляющих единой информационной платформы.

При этом информация от подсистем ИТС, расположенных на разных участках автомобильных дорог, должна быть интегрирована в единую информационную систему, обеспечивающую сбор, анализ и контроль данных о транспортно-эксплуатационном состоянии участков автомобильных дорог, о ходе планирования и выполнения работ на участках автомобильных дорог, о сборе платы и т. д. в режиме реального времени, а при необходимости и обеспечивающую управляющие воздействия по всей сети автомобильных дорог России.

Необходимо также обеспечить интеграцию с такими системами и средствами:

- инженерно-техническими средствами обеспечения транспортной безопасности;
- системами автоматической противогололедной обработки;
- системами автоматического весогабаритного контроля;
- автоматизированными системами управления наружным освещением;
- аппаратно-программным комплексом центров управления производством;
- системами планирования, контроля и ситуационного управления механизированных работ на основе ГЛОНАСС.

С целью реализации поставленных задач необходима разработка соответствующих стандартов, регламентов, положений и методик в части организации работы локальных центров управления дорожным движением и ситуационных центров.

7.3. Внедрение мобильных комплексов различных подсистем ИТС

Огромную популярность в последние годы завоевали и продолжают завоевывать мобильные (они же перевозные или переносные) комплексы различных подсистем ИТС. Прежде всего это:

- светофоры;
- комплексы детектирования;
- видеокомплексы;
- знаки переменной информации;
- табло переменной информации (динамические информационные табло);
- метеорологические станции;
- знаки обратной связи с водителем;
- комплексы фиксации нарушений ПДД;
- дорожные радиостанции.

Общие преимущества таких комплексов:

- время развертывания;
- компактность;
- автономность: не требуется прокладки силовых линий (питание осуществляется от аккумуляторов, солнечных батарей и/или дизель-генераторов), связь обеспечивается по радиоканалу.

Общие недостатки:

- значительная стоимость;
- подверженность вандализму и воровству;
- высокие требования к устойчивости скоростной радиосвязи;
- необходимость частого обслуживания (зарядка аккумуляторов или дозаправка дизель-генераторов).

Мобильные комплексы, стационарно установленные на трейлерах, на специальных тележках, и мобильные системы, установленные на служебном транспорте или служебных машинах, способствуют своевременному распространению информации среди автомобилистов во время краткосрочных изменений условий на магистрали. В частности, использование таких комплексов целесообразно на территориях с ограниченным или отсутствующим нормальным покрытием стационарных элементов ИТС или в случае сбоя в их работе. Возможно питание таких систем от солнечной энергии, генератора или батарей.

Автономные мобильные транспортные светофоры

Автономные мобильные транспортные светофоры предназначены для регулирования автомобильного движения по одной полосе в местах проведения ремонтных работ, при ДТП и в других необходимых случаях (см. рис. 34).

По сути, это беспроводное устройство, работающее за счет встроенного аккумулятора, располагающегося в ящике системы.



Рис. 34. Пример внешнего вида мобильного транспортного светофора

Конструктивно мобильный светофор размещен на тележке, позволяющей осуществлять его перемещение при необходимости. Мачта светофора фиксируется на различных по высоте рабочих положениях и складывается при транспортировке.

Комплект из светофоров может быть использован для организации реверсивного движения, а также для ограничения пешеходных зон вблизи участков, где проводятся дорожные работы.

Светофор включается при помощи кнопки, которая находится на задней части корпуса. Переключение режимов работы светофора осуществляется с помощью пульта дистанционного управления.

При необходимости светофор может настраиваться для отсчета времени до окончания зеленого или красного сигналов светофора и синхронизации с другим аналогичным устройством по радиоканалу.

В современных моделях данных комплексов подзарядка аккумулятора может осуществляться в процессе работы светофора и имеется возможность автоматической регулировки яркости свечения сигналов в зависимости от уровня освещенности — для исключения ослепления участников дорожного движения.

В России наиболее яркое и массовое применение мобильных транспортных светофоров наблюдалось в Сочи в период проведения зимних Олимпийских игр — 2014. На Дублере Курортного проспекта в г. Сочи было установлено 18 мобильных светофоров отечественного производства (см. рис. 35). Все они работали в единой системе управления, причем управлять ей можно было как с пульта, так и через специализированный веб-сервер.



Рис. 35. Примеры применения мобильных транспортных светофоров в Сочи в период Олимпийских игр

В процессе калибровки каждый светофор настраивается на определенный период работы. Если на одном или нескольких светофорах требуется увеличить период работы красного или зеленого света (например, утром или вечером, в зависимости от плотности потока в ту или иную сторону), то интегрированное программное обеспечение реального времени выполняет подстройку оборудования.

Мобильные комплексы детектирования (передвижные пункты учета движения)

Комплексы детектирования параметров транспортных потоков предназначены для сбора и регистрации информации о составе и интенсивности дорожного движения, а также для мониторинга транспортной обстановки на дороге путем сбора различной информации с целью обработки, представления и хранения статистических данных о дорожном движении (см. рис. 36).

Данные комплексы используют при отсутствии постоянно действующих пунктов автоматизированного учета движения для периодического кратковременного сбора данных по интенсивности и составу движения на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения.

Детектор транспортных средств составляет основу пункта учета движения, в состав которого, помимо детектора, входит регистрирующая аппаратура, накопитель информации и оборудование передачи данных.

Передвижной пункт учета движения представляет собой портативный прибор автоматизированного учета движения, располагаемый, как правило, на транспортном средстве или на специальной платформе, что позволяет проводить автоматизированный учет движения на различных участках автомобильных дорог. Передвижные пункты учета движения рекомендуется располагать в полосе отвода или на обочине.

Как правило, основой данного комплекса является детектор радиолокационного типа. Современный радиолокационный детектор обслуживает не менее 12 полос движения (независимо от направления движения).

Передвижные пункты позволяют решать такие задачи, как:

- проведение контрольных замеров интенсивности и состава движения (экспресс-анализ) с целью мониторинга работы постоянно действующих пунктов учета движения;
- разработка рекомендаций по уточнению места расположения стационарных пунктов учета движения.

Мобильные видеокомплексы

Процесс установки видеокамер, наряду с прокладкой соединительных линий, является, наверное, самым трудоемким при монтаже системы видеонаблюдения.

Соответственно, мобильные видеокомплексы используют при отсутствии постоянно действующей системы видеонаблюдения на участке автомобильной дороги для периодического кратковременного сбора видеоданных.

Нормативных требований, жестко определяющих порядок и место установки камер видеонаблюдения, нет, однако при этом следует выполнять ряд правил, направленных на обеспечение эффективности работы системы видеонаблюдения.

В первую очередь при установке камеры следует обеспечить максимальное соответствие зоны обзора видеокамеры, определенной ее техническими характеристиками, местным



Рис. 36. Пример применения мобильного комплекса детектирования параметров транспортных потоков



Рис. 37. Пример применения мобильного видеокомплекса

Для телевизионного обзора применяют камеры промышленного видеонаблюдения, которые устанавливают на опорах высотой 6–10 м около сложных развязок, а также в тоннелях, на мостах и путепроводах, на других участках автомобильных дорог (см. рис. 37).

На сложных развязках может быть установлено несколько видеокамер.

На специальной платформе устанавливают телескопическую мачту высотой 6–9 м, которая вращается на 360 градусов. Для поднятия мачты применяют ручную или электролебедку. На верху мачты смонтирована высокоэффективная панорамная видеокамера с цифровым зумом.

В отдельных моделях заложена функциональная возможность автоматического отслеживания объектов. Эффективно работают данные комплексы при установке в районе мостов, на путепроводах или крупных развязках.



Рис. 38. Внешний вид мобильных комплексов, применяемых для информирования участников дорожного движения на федеральной автомобильной дороге М-1 «Беларусь» (Обход г. Одинцово)

условиям и особенностям объекта. Это означает отсутствие в поле зрения камеры видеонаблюдения посторонних предметов, ограничивающих обзор.

Установка видеокамеры на значительной высоте может существенно ограничить к ней доступ посторонних, но зона обзора вблизи стен здания будет такова, что система видеонаблюдения при этом будет демонстрировать вид сверху, не позволяющий увидеть лица людей или государственный номерной знак автотранспортных средств.

Мобильные комплексы ЗПИ и ТПИ

Основу информационного обеспечения участников дорожного движения составляют табло и знаки переменной информации, в том числе мобильные.

Мобильные комплексы устанавливаются в точках принятия решений, где система маршрутизации указывает автомобилистам на необходимость изменить маршрут, что способствует повышению уровня комфорта автомобилистов за счет усиления

их уверенности в том, что они должным образом следуют указаниям относительно альтернативного маршрута (см. рис. 38).

Наиболее важные места размещения ТПИ и ЗПИ — перед развязками или магистралями, когда у водителей есть возможность предпринять действия в ответ на отображаемые на них сообщения.

При выборе мест установки ЗПИ и ТПИ важны следующие аспекты:

- скорость движения на дороге;
- наличие вертикальных кривых и их проектные характеристики, влияющие на расстояние видимости;
- наличие горизонтальных кривых и препятствий, ограничивающих расстояние видимости табло, таких как деревья, опоры мостов или строительный транспорт;
- расположение табло относительно солнца (в дневное время);
- наличие поблизости статических указателей, их количество и информация на них;
- наличие дождя или тумана, ухудшающих видимость знаков.

При проектировании также следует учитывать размер знаков (влияющий на длину сообщений, а также требования к конструкции опоры), доступ для проведения работ по содержанию (например, корпуса с входом, с передним доступом), технологию, угол и расстояние обзора, размер символов и положение знака относительно солнца в различное время суток и в разное время года.

Чаще всего в качестве временных (например, на время проведения работ по строительству и содержанию) используются знаки намного меньше стационарных, устанавливаемых над проезжей частью. Для них обычно используются дизель или солнечная энергия и беспроводные (сотовые) коммуникации с центральным пунктом управления, что делает их крайне привлекательным и гибким инструментом.

На перевозимое на прицепе табло можно выводить текстовую и/или графическую информацию (см. рис. 39). Основное назначение ТПИ — информирование участников дорожного движения о дорожно-транспортной обстановке на маршруте:

- 1) о состоянии погоды:
 - температуре;
 - силе ветра;
 - осадках;
 - тумане;
- 2) о состоянии проезжей части:
 - сухом асфальте;

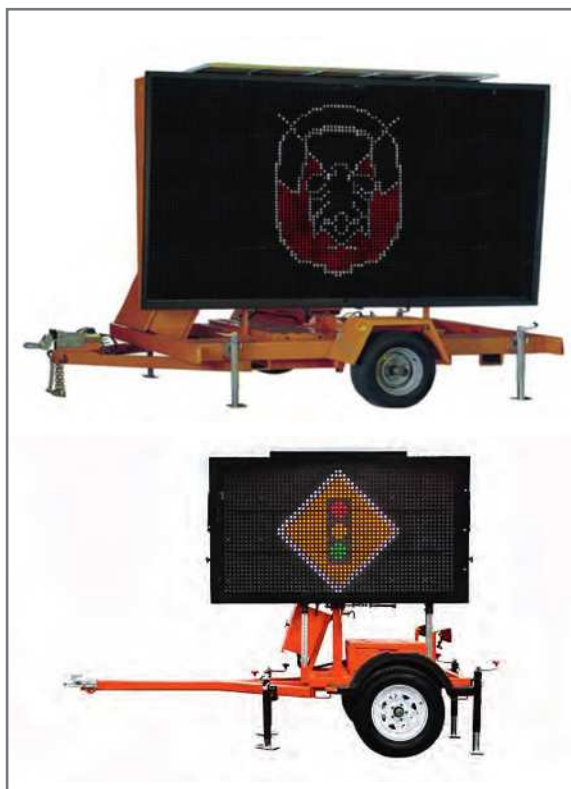


Рис. 39. Пример внешнего вида мобильных ТПИ

- гололеде;
 - мокром асфальте;
- 3) о предлагаемых маршрутах объезда в случае затора ситуации по ходу движения.
- Основной принцип определения мест дислокации ТПИ — установка в местах въезда/выезда из районов, на магистрали перед съездами и транспортными развязками (см. рис. 40).



Рис. 40. Примеры применения мобильных ТПИ в г. Сочи в период проведения Олимпийских игр

Примеры типовых текстовых сообщений для передвижных ТПИ

Сообщения при штатном режиме эксплуатации

1. «ПРАВАЯ ПОЛОСА ТОЛЬКО ДЛЯ СПЕЦ. ТРАНСП.!»
2. «ДВИЖЕНИЕ ТОЛЬКО ДЛЯ СПЕЦ. ТРАНСП.!»
3. «ВРЕМЯ XX:XX», «ТЕМПЕРАТУРА XX °C»
4. «ПАРКОВКА НА XX ЗАПРЕЩЕНА»

Сообщения при нештатных ситуациях УДС

5. «ОПАСНО! ОГРАНИЧЕННАЯ ВИДИМОСТЬ!»
6. «ОПАСНО! СКОЛЬЗКАЯ ДОРОГА!»
7. «ОЖИДАЕТСЯ УСИЛЕНИЕ ВЕТРА»
8. «ОЖИДАЕТСЯ ПОНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ»
9. «ОЖИДАЮТСЯ ИНТЕНСИВНЫЕ ОСАДКИ»

Организация движения при заторах, авариях и спецпроездах

10. «ВПЕРЕДИ ЗАТОР!»
11. «ВПЕРЕДИ ЗАТРУДНЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ!»
12. «ЗАТОР НА ВЪЕЗДЕ!»
13. «ЗАТОР НА СЪЕЗДЕ!»
14. «ВНИМАНИЕ! ПОМЕХА ДВИЖЕНИЮ!»
15. «ПОМЕХА ДВИЖЕНИЮ НА СЪЕЗДЕ!»
16. «ЛЕВАЯ ПОЛОСА ЗАКРЫТА!»
17. «ОСВОБОДИТЕ ЛЕВУЮ ПОЛОСУ!»
18. «ПРАВАЯ ПОЛОСА ЗАКРЫТА!»
19. «ОСВОБОДИТЕ ПРАВУЮ ПОЛОСУ!»

Обслуживание дороги

20. «РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ ЧЕРЕЗ (дистанция)!»

Пример: «РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ ЧЕРЕЗ 12,5 КМ!»

21. «ОБСЛУЖИВАНИЕ ДОРОГИ!»

22. «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДЛЯ ПРОЕЗДА!»

23. «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДО (дата, время)!»

Пример: «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДО 22.03 12:00!»

24. «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДЛЯ ПРОЕЗДА!» или «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДО (дата, время)!»

Пример: «ДОРОГА ЗАКРЫТА ДО 22.03 12:00!»

25. «ЧЕРЕЗ (дистанция) ДОРОГА ЗАКРЫТА!»

Пример: «ЧЕРЕЗ 12 КМ ДОРОГА ЗАКРЫТА!»

26. «СЪЕЗД (название съезда) ЗАКРЫТ!»

Пример: «СЪЕЗД НА ДЕПУТАТСКУЮ УЛ. ЗАКРЫТ!»

27. «СЪЕЗД (название съезда) ЗАКРЫТ ДО (дата, время)!»

Пример: «СЪЕЗД НА ДЕПУТАТСКУЮ УЛ. ЗАКРЫТ ДО 22.03!» — тут либо только дата, либо только время.

Мобильные метеорологические станции

Метеорологическая станция должна обеспечивать выдачу информации о значениях отдельных метеорологических величин. Это необходимо для составления прогнозов состояния дорожного покрытия и принятия решений о воздействии противогололедными реагентами.

Длительное время система дорожного метеорологического обеспечения базировалась только на стационарных АДМС. Недавно на рынке появились первые модели мобильных метеорологических станций (см. рис. 41).



Рис. 41. Пример типовой установки мобильной метеорологической станции

Для отслеживания дорожной обстановки применяются датчики с инфракрасными сенсорами. Прикрепленные к грузовику датчики и камера в режиме реального времени собирают информацию о температуре поверхности, состоянии снега и измерении ледового налета. На ее основе принимаются решения, в соответствии с которыми подрядчики выполняют различные работы.

Подрядчик использует данные, чтобы определить, сколько химических веществ и где необходимо применить. Налицо долгосрочные финансовые выгоды от экономии использования солей и реагентов.

Мобильная метеорологическая станция является важным элементом любой транспортной метеорологической системы поддержки принятия решений. Мобильная система определяет ключевые параметры при движении автомобиля по дороге, предоставляя пользователю информацию по большим областям.



Рис. 42. Пример отображения текущей метеорологической информации на бортовом устройстве автомобиля

- температура воздуха;
- влажность;
- толщина слоя осадков.

Система собирает данные и отображает их на приборной панели бортового устройства автомобиля (см. рис. 42).

Данные также могут быть переданы через сети мобильной связи дежурному оператору (см. рис. 43).

Система позволяет проводить следующие мобильные измерения:

- состояние дороги (сухое, полусухое, влажное, снег, лед);
- температура поверхности;
- скользкость;
- температура точки росы;

Мобильные измерители скорости транспортных средств (знаки обратной связи с водителем)

Большое значение в обеспечении безопасности движения на автомобильных дорогах имеет соблюдение водителями рекомендуемого режима, в связи с чем целесообразно применение знаков, которые не только вводят ограничения, но и показывают, как они соблюдаются каждым водителем.

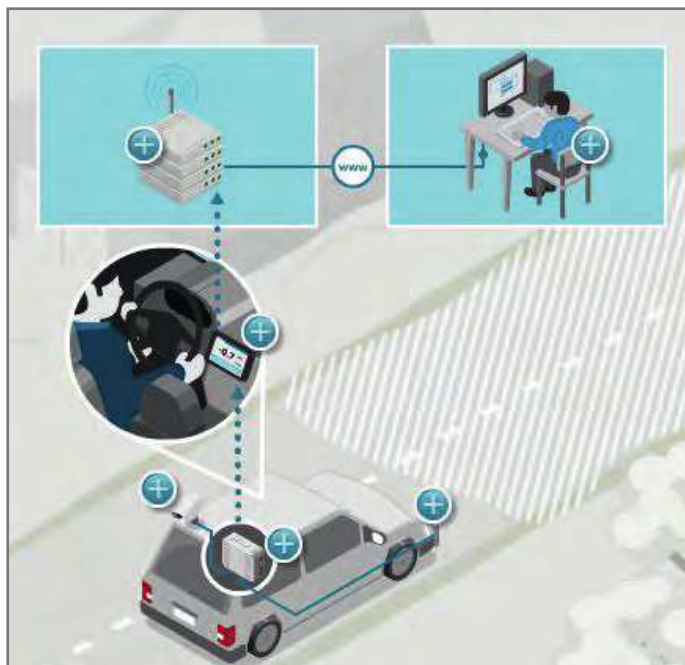


Рис. 43. Пример предлагаемой оперативной мобильной системы просмотра данных о погоде

Аналогичные системы следует использовать в случаях регулирования скоростей и интервалов между следующими в одном направлении автомобилями в условиях тумана.

Знак обратной связи с водителем — это специальный интерактивный знак, который отображает текущую скорость приближающегося автомобиля на цифровом табло, что побуждает водителя снизить скорость до разрешенной на данном участке дороги (см. рис. 44)

Принцип работы знака заключается в моментальном измерении скорости приближающегося автомобиля и выводе информации на дисплей. Испытания показали, что на психо-

логическом уровне водитель воспринимает значение на табло лучше, чем на типовом знаке ограничения скорости, что ведет к соблюдению скоростного режима.

Для производства знаков обратной связи используются светодиоды с изменяемой интенсивностью свечения, что позволяет видеть информацию при любых погодных условиях (дождь, снег, солнце).

При необходимости установка может быть доукомплектована аккумуляторной батареей, солнечной батареей, контроллером заряда-разряда.

Рекомендуемые места для установки знака обратной связи с водителем:

- на опасных сужениях дороги и поворотах;
- при въезде на мосты и в тоннели;
- вблизи школ, детских садов, больниц и других учреждений;
- на прочих аварийно-опасных участках.



Рис. 44. Пример внешнего вида мобильного измерителя скорости транспортных средств

Мобильные комплексы фиксации нарушений ПДД

Прежде всего нужно понять для себя, какую задачу мы хотим решить:

- максимизацию потока штрафов;
- профилактику правонарушений;
- контроль проезда транспортных средств и поиск машин, находящихся в розыске;
- сбор статистики транспортных потоков.

Если задач несколько, то надо определиться со значимостью каждой из них.

В первую очередь нужно оснащать автоматизированными комплексами фиксации нарушений ПДД следующие дорожные объекты: сложные перекрестки, пешеходные переходы, железнодорожные переезды и дорожные развязки с учетом статистики ДТП.

Стационарные комплексы постепенно теряют свою эффективность: люди уже знают, где комплексы установлены, и дисциплину водители демонстрируют только возле них. Другим важным достоинством мобильных комплексов является их низкая стоимость в сравнении со стационарными системами. Мобильные комплексы быстрее окупаются. Что касается минусов, то это прежде всего человеческий фактор.

Мобильные комплексы фиксации нарушений ПДД можно поделить на два типа:

- устанавливаемые временно сбоку от автодороги на спецтреноге;
- устанавливаемые на транспортном средстве, как правило, на легковом патрульном автомобиле ДПС.

Мобильный комплекс, установленный на треноге, более уязвим, нежели стационарный вариант (см. рис. 45).

Основной недостаток такого комплекса — низкая достоверность распознавания номеров. Это связано с тем, что способ установки сбоку от дороги на треноге не оптимален с точки зрения геометрии. Кроме того, никто, как правило, не оптимизирует настройки видеокamеры к новому месту установки, поэтому мобильный комплекс достаточно эффективно может



Рис. 45. Пример установки мобильного фоторадарного комплекса



Рис. 46. Пример работы комплекса фиксации нарушений ПДД в патрульном автомобиле

решать задачу генерации штрафов, но не решает задачу полного контроля потока транспортных средств и поиска автомобилей, находящихся в розыске.

При этом надо понимать, что мобильный комплекс плохо решает задачу профилактики правонарушений.

Постоянное изменение расположения комплекса позволяет поддерживать устойчивый поток штрафов. Мобильность хороша для определения причин повышенной аварийности на отдельных участках, для выработки требуемых инженерных и организационных мероприятий. Правда, подобные комплексы удачно подходят и для сбора денежных средств с водителей.

При установке в транспортном средстве компьютерное оборудование и телевизионные датчики находятся в салоне автомобиля. Программное обеспечение переработано для работы в автомобиле (см. рис. 46).

Современные мобильные комплексы фиксации нарушений ПДД, устанавливаемые на транспортном средстве, обеспечивают следующие возможности:

- работу из движущегося или стоящего автомобиля;
- распознавание в светлое время суток с общей вероятностью не менее 92 %;
- распознавание в темное время суток при наличии дополнительного освещения;
- проверку всех автомобильных номеров по всем подключенным базам данных;
- визуальную и звуковую сигнализацию о проезде транспорта с номерными знаками, обнаруженными в подключенных базах данных розыска;
- подключение баз розыска с возможностью их обновления без остановки программы;
- пересылку распознанной информации по имеющимся каналам связи в центр для их удаленной обработки;

- получение обработанной информации от удаленных центров обработки по имеющимся каналам связи;
- ведение и хранение различных журналов;
- поиск и выборку по журналам регистрации: по дате, времени проезда, распознанному номеру или его части, коду региона, типу номерного знака, скорости, направлению движения и т. п. (по любому признаку отдельно или любой их комбинации);
- просмотр любого изображения из журнала или его фрагмента в увеличенном виде с наложением улучшающих фильтров (яркость, контрастность, резкость) и сохранение результата в отдельный файл;
- вывод на печать протоколов с изображениями выбранных автомобилей с датой, временем и распознанным номером, скоростью и другой информацией;
- автоматическое или ручное заполнение стандартных бланков квитанций о нарушениях скоростного режима и распечатку их в стандартной форме;
- записи видеороликов по кнопке оператора;
- поддержку GPS-позиционирования с вставкой текущих координат в запись журнала зафиксированных транспортных средств. Это позволяет точно определить место, в котором было зафиксировано каждое транспортное средство;
- поддержку навигационных карт.

Типовой комплекс состоит из трех основных частей (см. рис. 47):

- блока измерения и видеонаблюдения. Выполняет измерение скорости транспортных средств и видеосъемку дорожной ситуации. Производит обработку получаемых от телекамеры видеоизображений и данных от измерителя;
- внешнего блока инфракрасной подсветки. Устанавливается на крыше патрульного автомобиля, обеспечивает работу комплекса в темное время суток;
- переносного (планшетного) компьютера с предустановленным ПО. Используется в качестве монитора и органа управления, формирует интерфейс управления комплексом и обеспечивает хранение данных.

Мобильные дорожные радиостанции

Системы радиооповещения о ситуации на автомагистралях (Highway Advisory Radio — HAR), также известные как информационные станции водителей, осуществляют передачу радиосообщений водителям или жителям посредством использования радиочастот AM и FM. Радиоприемник является стандартным оборудованием в каждом автомобиле, и, соответственно, есть возможность сообщать

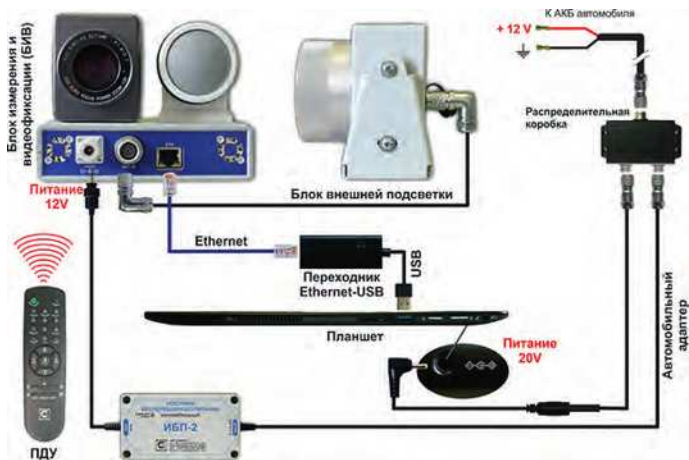


Рис. 47. Пример схемы коммутации комплекса фиксации нарушений ПДД в патрульном автомобиле



Рис. 48. Пример установки передвижной станции радиовещания

автомобилистам информацию о дорожной обстановке, ДТП, местных объектах повышенного интереса, а также о чрезвычайных ситуациях и способах эвакуации (см. рис. 48).

Перед зоной вещания участники дорожного движения получают посредством придорожных или подвесных знаков уведомления о необходимости настроить свои бортовые радиоприемники на определенную частоту. Обычно информация передается

с помощью предварительно записанных сообщений, хотя передача сообщений возможна и в прямом эфире.

Наиболее важное преимущество использования радиовещания состоит в охвате большего количества фактических и потенциальных пользователей. Основной недостаток — ограничение малой мощностью, часто приводящее к низкому качеству сигнала.

В настоящее время данная технология нашла ограниченное применение также из-за сложностей по выделению необходимого частотного ресурса.

7.4. Развитие рыночных пакетов ИТС

Организационно-методической основой развития ИТС служат национальные концепции развития ИТС, национальные архитектуры ИТС и программы развития. Важным инструментом привлечения новых игроков на этот рынок стало формирование рыночных пакетов ИТС, в том числе на автомобильных дорогах федерального значения России.

Очевидно, что некоторые из первоначально разработанных пользовательских сервисов слишком широкомасштабные, что делает их практическое внедрение неудобным.

Кроме того, их часто трудно воплотить в существующей совокупности политических, социальных и юридических правил в области ИТС и распределить по основным уровням функциональности.

Для решения этих из первоначальных услуг для пользователей был выделен более детализированный набор структурных элементов услуг ИТС, ориентированных на внедрение и называемых рыночными пакетами.

Рыночные пакеты разрабатываются специально для разрешения реальных транспортных проблем и потребностей и могут использоваться как по отдельности, так и в комбинации.

Рыночные пакеты не предполагают увязки с конкретными технологиями, однако, безусловно, их фактическая реализация зависит от существующего рынка технологий и товаров.

По мере увеличения потребностей в транспортном сообщении, развития технологий и разработки новых устройств рыночные пакеты могут меняться, а также могут определяться новые рыночные пакеты.

Многие рыночные пакеты ИТС являются взаимосвязанными, помимо этого, новейшие пакеты могут быть эффективно реализованы на базе уже ранее разработанных.

В области ИТС рыночные пакеты можно разделить на два основных направления:

- 1) телекоммуникационные услуги;
- 2) сервисы, транспортная информация.

1. Телекоммуникационные услуги

1.1. Предоставление услуг сторонним телекоммуникационным компаниям (операторам) услуг связи:

- аренда кабельной канализации;
- аренда «темных» волокон;
- предоставление в аренду мест для телекоммуникационного оборудования;
- услуги по формированию каналов передачи данных.

1.2. Предоставление услуг связи физическим и юридическим лицам, как являющимся участниками дорожного движения, так и находящимся в зоне действия оказания услуг связи непосредственно около автомагистрали:

- услуги доступа в сеть Интернет (в том числе по беспроводным технологиям);
- телефонные услуги связи;
- формирование каналов передачи данных;
- СВ-связь;
- транкинговая связь.

2. Сервисы и транспортная информация

Типовые пакеты пользовательских сервисов представлены в табл. 12.

Таблица 12

Типовые пакеты пользовательских сервисов

Пакет пользовательских сервисов	Вид сервиса
Организация транспортных передвижений и движения транспорта	Предварительное транспортное информирование Информирование водителей в пути Прокладывание маршрута Организация совместного пользования транспортом (подбор пассажира с близким маршрутом и бронирование) Информация об услугах для участников движения Управление движением Управление при возникновении инцидентов Управление спросом на передвижение Замеры и снижение интенсивности выбросов загрязняющих веществ Управление пересечениями автомобильных и железных дорог

Окончание табл. 12

Пакет пользовательских сервисов	Вид сервиса
Управление общественным транспортом	Управление общественным транспортом Информация на общественном транспорте (в пути) Индивидуализированный общественный транспорт Безопасность на общественном транспорте
Электронные платежи	Услуги по приему электронных платежей
Коммерческие транспортные операции	Электронное прохождение таможенных процедур коммерческим грузовым автотранспортом Автоматизированная придорожная проверка безопасности транспорта Бортовой мониторинг безопасности Административные процессы в отношении коммерческого автотранспорта Безопасность опасных грузов и реагирование при возникновении инцидентов Управление движением грузов
Управление в чрезвычайных ситуациях	Уведомление о чрезвычайных ситуациях и обеспечение личной безопасности Управление подвижным составом в чрезвычайной ситуации Реагирование и эвакуация при возникновении катастроф
Передовые системы обеспечения безопасности подвижного состава	Предотвращение лобовых и задних столкновений Предотвращение боковых столкновений Предотвращение столкновения на перекрестках Улучшение видимости во избежание столкновения Готовность систем безопасности Системы снижения тяжести столкновения Автоматизированное управление подвижным составом
Управление информацией	Архивы данных
Управление содержанием и строительством	Операции по содержанию и строительству

Сервисы и дорожная информация делятся на предоставляемые перед поездкой и во время поездки.

Сервисы и транспортная информация перед поездкой

Сервисы и транспортная информация, предоставляемые перед поездкой, относятся к текущей ситуации на дороге и/или движению транспорта и предоставляются прежде, чем будет принято решение о виде транспорта, времени и маршруте поездки.

Предоставляемая пользователям на дому, на рабочем месте, на парковках, на остановках общественного транспорта или в пунктах пересадки между различными видами транспорта, такая информация содействует сокращению заторов за счет предоставления рекомендаций по изменению маршрута, времени начала поездки, виду транспорта или отказу от поездки.

Часто такая информация поддерживает планирование маршрутов, когда предоставляются сведения по всей поездке из одной точки в другую, даже если в ней используются различные виды транспорта. Надежная транспортная информация перед поездкой в некоторых случаях также способствует распределению поездок во времени и пространстве, делая их более сбалансированными. Для успешной реализации системы предоставления транспортной информации перед поездкой важно, чтобы система была удобной.

Персональные компьютеры, КПК, смартфоны, планшеты, справочные службы и автоматизированные системы поиска данных, дополняющие существующее взаимодействие «пользователь — оператор», способны существенно повысить доступность необходимой транспортной информации и, соответственно, усилить воздействие на поведение пользователей.

Сервисы и транспортная информация во время поездки

Сервисы и транспортная информация, предоставляемые во время поездки, включают, например, информацию о текущей ситуации на дороге и/или о движении транспорта и обычно предоставляются через устройства, установленные вдоль проезжей части или на приборных панелях транспортных средств.

На самой дороге по знакам и табло переменной информации и специальной радиостанции вещания на автомагистрали обычно передается информация о транспортных заторах, местах происшествий и проведения строительных работ, погоде, особых событиях, потенциально влияющих на проезд на конкретном участке, и альтернативных маршрутах.

Бортовые и персональные мобильные устройства обеспечивают возможность передачи различной информации во время поездки как пользователям, так и операторам перевозок. Сложные системы маршрутизации помогают автомобилистам в планировании маршрутов, а также предоставляют своевременные указания посредством компьютерной синтезированной речи.

Сервисы и транспортная информация, предоставляемые перед поездкой и во время поездки, делятся на статические и динамические.

Статическая информация определяется как заранее известные или запланированные события, а оперативная информация — как наиболее актуальная информация, доступная в заданный момент времени. Оперативная информация отличается от статической тем, что постоянно меняется с учетом различных событий.

Статическая транспортная информация, запрашиваемая пользователями, включает, например, данные о таких событиях, как:

- работы по строительству и содержанию, приводящие к сокращению количества полос на участке дороги;
- особые события, приводящие к значительному увеличению транспортных потоков, потенциально влияющему на движение на отдельных дорогах или участках дорог;
- ограничения на транспортные средства (по высоте, весу и т.д.);
- остановки общественного транспорта;
- точки продаж билетов для проезда на наземном пассажирском транспорте;
- адреса АЗС;
- адреса точек общественного питания и гостиниц (мотелей);
- адреса туалетов;

- адреса станций техобслуживания;
- реестр стационарных объектов наблюдения (комплексы фото- и видеофиксации);
- места перехватывающих, платных и бесплатных парковок;
- места парковок такси;
- реестр искусственных неровностей;
- адреса штрафстоянок;
- адреса пешеходных зон;
- места дислокации и тарифы пунктов взимания платы;
- места дислокации пунктов взвешивания транспортных средств;
- ПДД;
- информация о штрафах и нарушениях;
- телефоны экстренных и эвакуационных служб;
- стоимость проезда на платных дорогах;
- стоимость проезда на городском транспорте.

Оперативная информация распространяется как перед поездкой, так и во время поездки. Например, информация о происшествиях важна как для тех, кто постоянно проверяет оперативную информацию об условиях проезда на своем стандартном маршруте, так и для тех автомобилистов, которые находятся на маршруте, где произошло происшествие. Оперативная транспортная информация, запрашиваемая пользователями, включает:

- условия проезда на дороге, связанные с задержками, такие как заторы, места происшествий и образования очередей;
- альтернативные маршруты, упрощающие проезд (в частности, в случае временного закрытия дорог);
- информацию о погоде, в том числе о снеге, льде и тумане;
- информацию о наличии мест на парковках;
- видеонаблюдение за условиями дорожного движения;
- актуальные новости региона;
- навигатор;
- приложение «Активный гражданин» (приложение для тех, кому не все равно, что происходит на автодороге);
- приложение для поиска машины (Take me to my car);
- паркинг (у водителя есть возможность не только находить стоянку определенного типа, но и оплачивать парковочное место в режиме онлайн; кроме того, приложение позволяет рассчитать маршрут до ближайшего свободного паркинга);
- эвакуатор (приложение найдет ближайшие к вам частные эвакуаторы).

Независимо от способа предоставления эффективная транспортная информация должна быть своевременной, полной, точной, надежной, доступной по требованию и восприниматься пользователями как соответствующая их потребностям и обеспечивающая ценность при ее использовании. В противном случае информация будет игнорироваться.

7.5. Кооперативные ИТС

7.5.1. Кооперативные ИТС в системе управления транспортными потоками

Существует много технологических задач, с которыми столкнется или уже столкнулась Россия в транспортной отрасли, одна из них — создание кооперативных транспортных систем.

За последние годы акцент в ИТС обратился именно в сторону нового поколения — кооперативных систем (Cooperative Intelligent Transport Systems, C-ITS), в которых транспортные средства взаимодействуют друг с другом и/или с инфраструктурой. Именно кооперативные ИТС позволяют значительно увеличить качество и надежность информации, доступной о транспортных средствах, их расположении и дорожной среде. Создается серьезный потенциал для передвижения транспортного средства в реальных транспортных условиях без участия человека.

Пока современный автомобиль остается средством передвижения повышенной опасности, управляемым в ручном режиме человеком. Однако постепенно это меняется, появилось уже совсем новое инновационное направление.

Суть данного направления — реализация клиентоориентированного подхода: технологии ИТС развиваются в сторону работы с отдельным водителем (автомобилем), а не с транспортным потоком, как это осуществляется в настоящее время.

Современная организация дорожного движения требует уже совсем другого уровня осведомленности. Необходимо контролировать не только деятельность самого автомобиля, но и прилегающую транспортную обстановку.

Данная тенденция явно прослеживается во многих докладах и выступлениях на последних крупных международных мероприятиях в сфере ИТС, в частности на Международном конгрессе ИТС (ITS World Congress) и Европейском конгрессе по ИТС (ITS European Congress and Exhibition).

В сентябре 2012 г. произошло эпохальное событие: компания Google получила лицензию на использование своих беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования американского штата Невада. Таким образом, был сделан первый шаг к легализации автомобилей, оснащенных инновационными технологиями, позволяющими исключить влияние человека на управление транспортным средством в повседневной жизни.

В 1990-х годах сразу несколько автомобильных компаний приступили к разработкам систем, помогающих машине совершать некоторые операции (в частности, парковку) без участия водителя. Среди них — General Motors, Ford, Mercedes-Benz, Volkswagen, Audi, Cadillac, BMW и Volvo. На дороги общего пользования беспилотные автомобили впервые выехали в 1995 г. Первой такой машиной стал Mercedes-Benz S-Class, который проехал 158 из 1600 км по трассе между Мюнхеном и Копенгагеном в полностью автономном режиме.

Ученые пророчат беспилотным автомобилям светлое будущее. Это не только удобно, но и, что главное, безопасно, ведь в случае возникновения аварийной ситуации

компьютерный «мозг» автомобиля выберет самый оптимальный вариант, который поможет избежать повреждения машины и травм пассажиров.

Классические (традиционные) центры управления дорожным движением в основном полагаются на данные от статических датчиков. Обработанная информация доводится до участников дорожного движения на автомагистралях главным образом через табло или знаки переменной информации.

Тем не менее бывают ситуации, когда эта система косвенного управления неэффективна. Например, изменение маршрута движения при нахождении в пробке.

Кооперативные ИТС строятся на основе систем связи «автомобиль — автомобиль» (vehicle-to-vehicle (V2V)), «автомобиль — инфраструктура» (vehicle-to-infrastructure (V2I, I2V)), «инфраструктура — инфраструктура» (infrastructure-to-infrastructure (I2I)) и «автомобиль — пешеход» (vehicle and pedestrian (V2P)). Совместно технологии V2V и V2I обозначают, как правило, V2X.

Другими словами, интеллектуальные системы предоставляют нам информацию о машинах и их расположении на дороге, информацию о дорожных условиях, позволяют оптимизировать и обезопасить движение в дорожной сети, а также ускорить реакцию на дорожные инциденты и аварии. Интеллектуальная дорожная сеть адаптируется к фактическим изменениям обстановки в реальном режиме времени. Сообщения об интенсивности трафика, инцидентах и авариях становятся доступными для всей сети.

Чтобы всегда сохранять контроль над своим собственным автомобилем, крайне важно знать, где находится и куда направляется соседний.

Назначение кооперативных ИТС — помочь водителям поддерживать безопасную скорость и дистанцию, осуществлять перестроения, избегать обгона в критических ситуациях и безопасно проходить дорожные пересечения.

Кроме того, с помощью технических средств на основе DSRC можно определять оптимальное местоположение паркинга, передавать на информационный ресурс данные о наличии парковочных мест, доставлять по сети эту информацию соответствующему транспортному средству, прокладывать маршрут, помогая водителю быстрее добраться до конечного пункта.

Но самое главное в кооперативных ИТС — возможность выявлять потенциальные риски именно в режиме реального времени. Это, безусловно, окажет положительное влияние на безопасность и организацию дорожного движения.

Условно услуги, оказываемые кооперативными ИТС, можно разделить на семь категорий:

- помощь для безопасного вождения;
- управление транспортным потоком, сглаживание потока движения;
- повышение комфорта посредством использования информационных технологий;
- реагирование на инциденты и чрезвычайные дорожные ситуации;
- улучшение состояния окружающей среды;
- поддержка экономической деятельности, создание рынка для частных услуг;
- поддержка деятельности дорожных властей и дорожных операторов как руководителей транспортных и сетевых операторов.

Успешная реализация поставленных перед кооперативными ИТС задач базируется на двух составляющих.

Первая составляющая — надежный канал мультисервисной связи между автомобилем и автомобилем, а также между автомобилем и инфраструктурой. Такой канал должен как минимум удовлетворять следующим требованиям:

- быть стандартным и обеспечивающим принцип OSI;
- иметь достаточную пропускную способность, низкую латентность, высокую скорость установления соединения с движущимся на предельной скорости объектом — для решения всего спектра задач;
- быть защищенным;
- быть всепогодным.

Вторая составляющая — это различные математические модели, ориентированные на решение той или иной задачи. Общим свойством всех этих моделей является необходимость представления отражения некоторой конкретной реальной дорожной сети или представления ограниченного небольшого участка такой сети.

Для решения любой из перечисленных задач крайне необходимо наличие общего унифицированного описания, единой модели дорожной сети, которое не потребует дублирования в каждой из частных моделей, обеспечит синхронность внесения изменений и, как следствие, возможность согласованной работы частных прикладных математических моделей отдельных сервисов в единой среде. Это дает в том числе возможность разбить ИТС-сервисы на отдельные составляющие и развивать их, к примеру, разными коллективами.

При этом нужно понимать, что задачи кооперативных ИТС могут значительно расширяться в самом ближайшем будущем. Потенциально перспективными могут стать следующие функции:

- обеспечение приоритетного пропуска пассажирского транспорта;
- передача видео с борта пассажирского транспорта — с фронтальной и внутрисалонной камер;
- слежение за состоянием прилегающих парковочных площадей с использованием бортовой камеры пассажирского или специализированного транспорта и сервисов бортовой видеоаналитики с привязкой к маршруту движения;
- отображение рекомендуемой скорости для движения в «зеленой волне» на бортовом компьютере;
- мониторинг потоков по принципу FCD (Floating Car Data, плывущий в потоке автомобиль, в том числе с передачей накопленного детализированного скоростного профиля движения по участку);
- контроль инцидентов по неоднородности принятых скоростных профилей;
- оценка эффективности работы систем управления (светофорного регулирования, «зеленой волны» и т.п.) по фиксации деперсонализированного времени проезда контролируемых сечений;
- контроль вибропрофиля участка автомобильной дороги (в том числе с передачей накопленного детализированного вибрационного профиля движения по участку).

Сервисы кооперативных ИТС плавно подготавливают водителей к изменению маршрута, посылая сигнал-предупреждение о дорожных знаках, скоростных ограничениях и т.п.

Кооперативные системы предлагают значительно более качественную информацию о транспортных средствах, их расположении и дорожных условиях и для операторов

центров управления дорожным движением, что позволяет им оптимизировать безопасное использование контролируемых ими дорог и лучше реагировать на инциденты и различные опасности.

Преимущества кооперативных ИТС исходят из более полной информации, которая доступна из транспортного средства и его окружения. Тот же набор информации может быть использован для расширения функциональности систем безопасности и в самом автомобиле.

В некоторых случаях отчеты о трафике сегодня прибывают слишком поздно и, к сожалению, бывают недостаточно точными и объективными.

В будущем каждый автомобиль будет также служить в качестве некоего блока дорожного мониторинга, который доставляет данные анонимно и в реальном времени до центра управления дорожным движением. Центр будет генерировать прогноз быстро и использовать V2X-

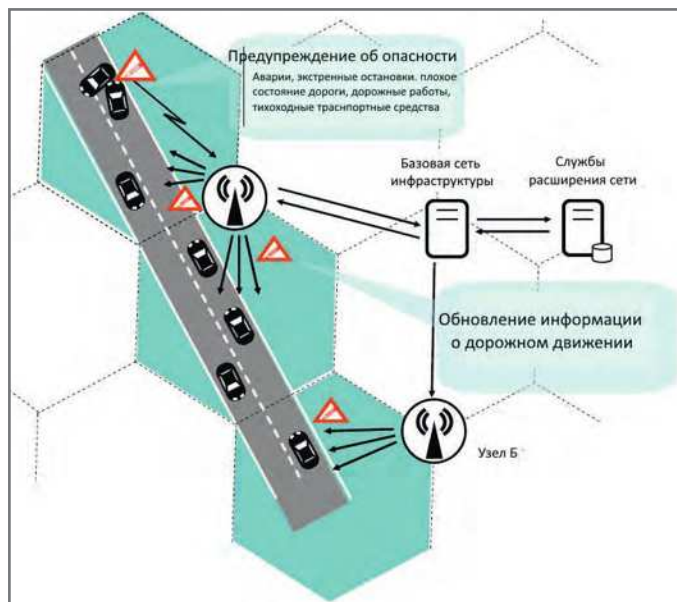


Рис. 49. Общая архитектура системы



Рис. 50. Пример информирования водителя об опасности (резко остановившееся впереди транспортное средство) путем отображения сигнала на лобовом стекле — яркой красной мигающей полосы

технологии, чтобы отправить его только на те транспортные средства, которых это затрагивает. Транспортные средства будут получать только ту информацию, которая им реально нужна.

Во взаимодействие вовлечены различные типы структурных элементов: транспортные средства, элементы дорожной инфраструктуры и операционные центры. Метод мониторинга используется для сборки данных, таких как факт обнаружения транспортного средства и его скорость. Транспортные средства поддерживают связь с инфраструктурой, посылая сообщения в сервисный центр. Инфраструктура — это только посредник, не применяющий какие-либо методы обработки данных (см. рис. 49).

Например, предположим, что одна полоса городской магистрали заблокирована из-за аварии. Показания от машин, находящихся в зоне затора, данные от дорожных датчиков и изображения с камер показывают, что заторовая ситуация уже образовалась. Центр управления движением посылает эту информацию всем транспортным средствам, находящимся в непосредственной близости. Водитель получает сообщение в виде вывода на экран бортового устройства некоего определенного знака.

Сейчас активно прорабатываются такие способы информирования водителя, как вывод информации на лобовое стекло машины (см. рис. 50 и 51), вывод информации на боковое зеркало (см. рис. 52), вибродатчики, вмонтированные в водительское сиденье (см. рис. 53), и, естественно, голосовое (звуковое) оповещение.

Существенным фактором является то, что это и есть самые последние и достоверные данные, в отличие от, например, радиосообщений о дорожной обстановке.

Можно привести и другие практические примеры применения новой технологии.

1. Впереди находится неподвижный автомобиль. Система предупреждает водителя, если автомобиль остановился на дороге (например, из-за поломки).
2. Предупреждение об экстренном торможении. Включение аварийной световой сигнализации при внезапном торможении (например, при приближении к «хвосту» дорожной пробки).
3. Предупреждение об опасности столкновения с автомобилем, который находится впереди.
4. Предупреждение о наличии автомобиля в «слепой зоне». Сигнал предупредит водителя, если другой автомобиль движется в зоне, которая не видна в наружном зеркале заднего вида.
5. Помощь при смене полосы. Аналогично «слепой зоне», но с большим количеством параметров. Индикатор показывает, что перестроение безопасно.
6. Предупреждение о движении по встречной полосе движения.
7. Помощь при кооперативном адаптивном круиз-контроле (движение в колонне).
8. Предупреждение о приближении автомобиля экстренной службы.
9. Предупреждение о зоне дорожных работ, о сложных метеоусловиях (туман, гололед), об ограничении скоростного режима движения.
10. Предупреждение об опасности столкновения на перекрестке (см. рис. 54). Два транспортных средства, на которых установлено оборудование кооперативных ИТС, при приближении к перекрестку с разных направлений с отсутствующей видимостью встречного движения способны транслировать и получать информацию о местонахождении транспортного средства, скорости и направлении движения относительно друг друга и других транспортных средств. С помощью этой информации оба транспортных



Рис. 51. Пример информирования водителя об опасности (резко остановившееся впереди транспортное средство) путем отображения сигнала на лобовом стекле — яркого изображения силуэтов автомобилей



Рис. 52. Пример информирования водителя об опасности перестроения на боковом зеркале автомобиля



Рис. 53. Пример информирования водителя об опасности путем срабатывания вибродатчиков, встроенных в водительское сиденье



Рис. 54. Пример взаимодействия автомобилей на перекрестке

средства смогут обнаружить, есть ли потенциал неизбежного столкновения, и, соответственно, предупреждения от систем в автомобиле позволят водителям вовремя среагировать и снизить скорость, чтобы избежать столкновения даже прежде, чем они смогут увидеть друг друга. Компьютер просчитывает, кто будет первым на пересечении, и принудительно тормозит либо обе машины, либо ту, которая грозит выступить в роли тарана.

11. Предупреждение о наличии пешехода на проезжей части.

Все это только начало, уже сейчас видится несколько этапов на пути к созданию системы полного автоматического управления автомобилем:

- 1) информирование водителя без перехвата управления автоматикой;
- 2) обеспечение перехвата автоматикой управления транспортного средства в экстренных случаях;
- 3) возможность ограниченной передачи управления автоматике по инициативе водителя (автоматизированный режим);
- 4) возможность полной передачи управления по инициативе водителя;
- 5) полностью автоматический автомобиль.

Однако все должно двигаться постепенно и планомерно. В 2013 г. Национальная администрация безопасности дорожного движения США (NHTSA) опубликовала документ, в котором рекомендует пока запретить использование автомобилей с автономными системами движения.

Организация отмечает, что текущие системы еще недостаточно протестированы, и настаивает на дополнительных тестах, которые покажут опасность автопилота для пешеходов и пассажиров транспортного средства. В NHTSA указывают также на необходимость дополнительного обучения водителей использованию таких систем.

7.5.2. Развертывание базовых элементов кооперативных ИТС

Сейчас уже можно с определенной уверенностью сформировать некие основные базовые элементы кооперативных ИТС (см. рис. 55).

Для апробирования предлагаемых решений, безусловно, понадобилось создавать некие полигоны (тестовые площадки) кооперативных ИТС.

Все они используются не только для демонстрации возможностей такого оборудования, но и для популяризации в целом кооперативных ИТС. Сформированы уже и некоторые рекомендации по дислокации оборудования. Придорожные ИТС-станции, как правило, устанавливаются на ключевых точках вдоль проезжей части:

- примерно за 5–6 км до развязки, моста, эстакады и других опасных мест;
- в местах установки табло и знаков переменной информации;

- в районе установки дорожных знаков;
- в районе мест, потенциально опасных при возникновении гололеда;
- в местах возникновения периодических заторовых ситуаций.

Соответственно, данное оборудование отправляет необходимые сообщения на приближающиеся транспортные средства.

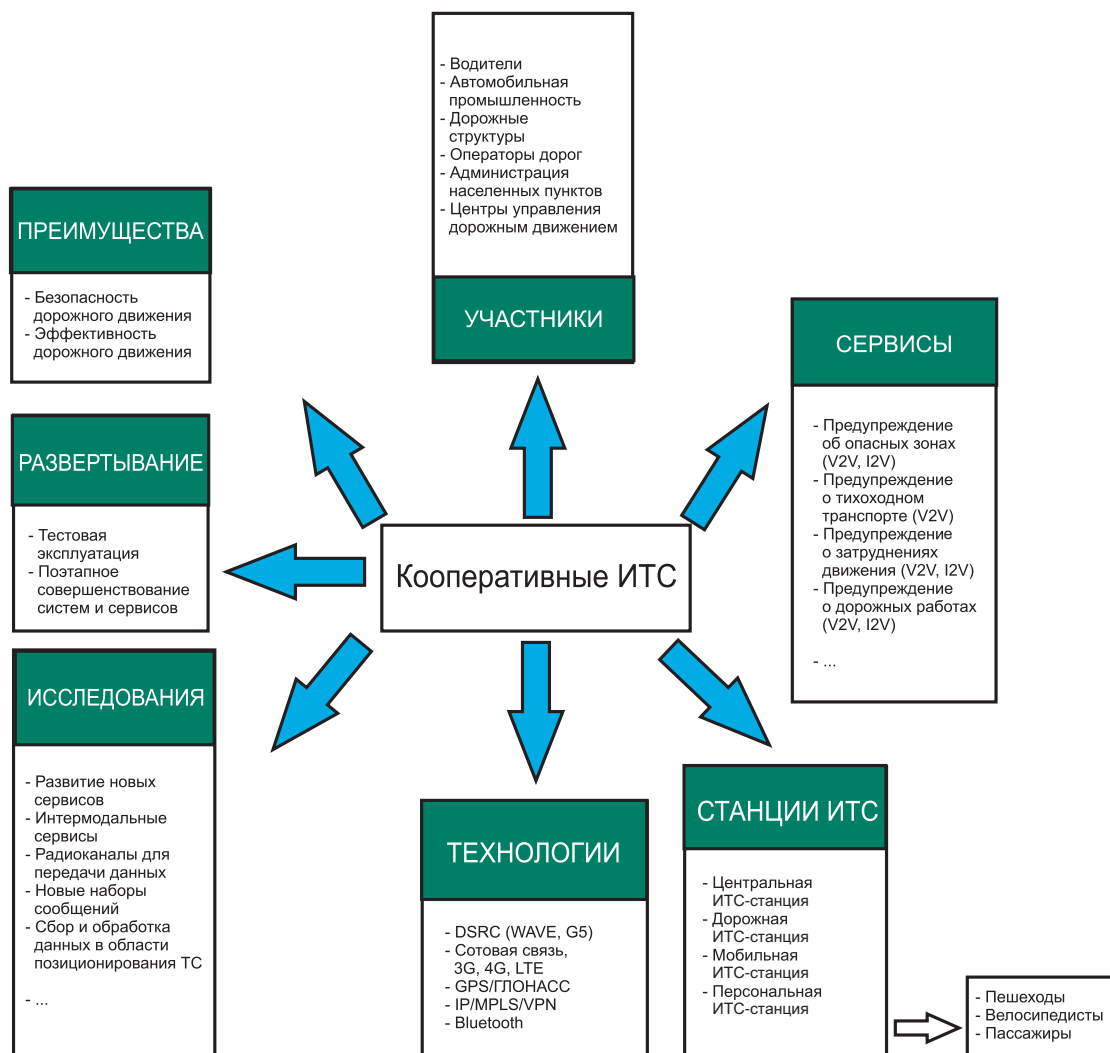


Рис. 55. Основные элементы кооперативных ИТС

ИТС-станции устанавливаются также на дорожную технику. Система заблаговременно предупреждает водителей о приближении к участку, где ведутся дорожные работы.

Наиболее интенсивно процесс развертывания тестовых площадок проходит в США, хотя европейские страны и Япония также проявляют заметную активность в этой области.

Спонсорами в большинстве своем здесь выступают крупные автотранспортные фирмы, разработчики цифровых электронных карт и различных мобильных приложений. Однако везде присутствуют государственная инициатива и поддержка местных региональных дорожных структур. Небольшие проекты также идут и в Австралии (проект La Trobe Университета Мельбурна).

Помимо этого, в последние годы стали активно появляться компании по тестированию технологии V2X, сертификации транспортных систем и оборудования, разработке удобных и безопасных интерфейсов, позволяющих интегрировать ИТС-приложения в бортовые (см. рис. 56) и придорожные станции, и, конечно, разработчики как автомобильного, так и придорожного оборудования.



Рис. 56. Примеры установки бортового устройства в автомобиле

В США и Европе стоит задача создать систему V2V на основе недорогих, проверенных на практике компонентов, чтобы она потенциально могла войти в перечень базового оборудования многих автомобилей.

Сейчас к основным аппаратным средствам V2V, как правило, относятся микропроцессор, приемник сигналов GPS (спутниковой системы навигации) и беспроводной модуль передачи данных по высокоскоростной сети LAN.

Линия связи DSRC состоит из двух основных частей: из блока OBU (On-Board Unit — устройство в транспортном средстве) и блока RSE (Road Side Equipment — устройство на дороге), которые обмениваются данными (см. рис. 57 и 58).

Отдельные модели автомобилей Toyota начиная с 2015 г., а General Motors — с 2017 г. планируется уже серийно выпускать оснащенными кооперативными системами «автомобиль — инфраструктура». Новые модели также будут оборудованы системами связи «автомобиль — автомобиль» (V2V), чтобы позволить им «общаться» с аналогично оборудованными транспортными средствами. Причем Toyota планирует три комплекса систем — для среднеразмерных, полноразмерных моделей (разница в типе радара) и отдельно для моделей Lexus. Объединяют их несколько существующих технологий активной безопасности Toyota, в том числе системы предотвращения столкновения (Pre-Crash Safety system), поддержания полосы движения (Lane Keep Assist), радарный круиз-контроль с функцией «об-

щения» (Communicating Radar Cruise Control) и автоматического управления дальним светом фар. У Lexus дополнительно будет еще одна новая функция — считывания дорожных знаков (Road Sign Assist), которая будет определять ограничения скорости и дорожные знаки во время поездок за границу, отображая информацию на панели приборов водителя.



Рис. 57. Примеры внешнего вида придорожного оборудования (RSE)

Для начала планируется освоить только японский рынок, естественно, японские системы будут использовать собственную выделенную частоту — 760 МГц.

Как они планируют выйти на европейский и американский рынок, используя именно эту частоту, — пока загадка, но нужно учесть, что Toyota принимает активное участие в Консорциуме (ITS Connect Promotion Consortium), который как раз и задуман для поддержки развития среды беспрепятственного внедрения подобных систем и их адаптации в разных странах.

Самым интересным проектом, по мнению автора, в области кооперативных ИТС в США является пилотная зона около Детройта. Для организации ее функционирования был выбран участок уличной сети г. Анн-Арбор, штат Мичиган. Этот небольшой город расположен примерно в 56 км к западу от Детройта. Анн-Арбор более всего известен как город, где находится главный кампус Мичиганского университета, и, конечно, место данной зоны было выбрано не случайно: Центр модернизации транспорта данного университета с научной точки зрения организует данный проект.



Рис. 58. Примеры внешнего вида придорожного оборудования (OBU)



Рис. 59. Схема развертывания пилотной зоны кооперативной ИТС в Анн-Арборе, Мичиган

с перекрестками, дорожной разметкой и знаками дорожного движения, съездами и тротуарами (см. рис. 59).

Мичиганский университет планирует в течение двух лет довести количество используемых автомобилей в Анн-Арборе до 9 тыс. По состоянию дел на 2014 г. их уже насчитывается почти 3 тыс. В 2021 г. планируется представить уже полностью рабочую систему примерно из 20 тыс. автомобилей. Пока активно создается придорожная структура и идут очень интересные испытания (см. рис. 60 и 61).



Рис. 60. Пример установки придорожного оборудования кооперативной ИТС в Анн-Арборе, Мичиган



Рис. 61. Пример работы кооперативной ИТС в части обнаружения человека на проезжей части, временный полигон в Детройте на Международном конгрессе по ИТС

Партнер проекта — союз CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership). В данное партнерство входят, в частности, Ford, General Motors, Honda, Hyundai-Kia, Mercedes-Benz, Nissan, Volkswagen и Audi, а также Bosch, Econolite и Xerox.

Кураторы проекта — Департамент транспорта Мичигана (Michigan Department of Transportation, DOT).

В рамках проекта уже создана некая «моделируемая городская среда» для тестирования разработок. Стоимость проекта составляет 6,4 млн долл.

Полигон состоит из сети многополосных бетонных и асфальтированных дорог общей протяженностью около 5 км,

Проверяться и тестироваться будет многое, в частности:

- 1) безопасность — техническая и организационная (защита от внутренних и внешних злоумышленников):
 - возможность ложных предупреждений;
 - обработка сообщений только от авторитетного и законного устройства;
 - отсутствие возможности изменения сообщения при следовании от отправителя до получателя;
 - автоматическое удаление некорректных блоков сообщений из системы;
 - отсутствие возможности использования системы как системы слежения за частной жизнью;
 - недопущение прослушки или сбора инсайдерами личной информации;
 - формирование подписи сообщений и обработка закрытых ключей только в безопасном режиме;
- 2) технические ограничения:
 - максимальные скорости передачи данных с использованием существующей системы V2X;
 - типичные (оптимальные) скорости передачи данных;
 - необходимая вычислительная мощность бортового оборудования автомобиля и емкость хранения;
 - необходимый жизненный цикл: решения, разработанные сегодня, будут развернуты приблизительно за десять лет и будут использоваться в течение нескольких десятилетий;
- 3) аутентификация и условия распространения информации;
- 4) алгоритмы:
 - алгоритмы, работающие в транспортном средстве;
 - алгоритмы работы между транспортными средствами;
 - алгоритмы работы между транспортными средствами и инфраструктурой;
 - алгоритмы работы в центрах управления.

Нужно сказать, что вопросами тестирования наработок в области кооперативных ИТС активно занимается не только Мичиганский университет.

Отдел исследований и инновационных технологий Департамента транспорта США периодически проводит конкурсы на лучшие проекты в данной области. Главный критерий — возможность в значительной степени повысить безопасность дорожного движения с помощью предлагаемых решений.

Наиболее интересные наработки есть у Университета Буффало — DSRC в системах реагирования на чрезвычайные ситуации; Калифорнийского университета в Риверсайде — DSRC для улучшения расчета координат положения автомобиля; Университета Иллинойса — DSRC в системах расчета экологических параметров; Университета Клемсона — DSRC в качестве системы автоматического слежения и выполнения разнообразнейших функций оплаты придорожных услуг и т. п.

Интересны также наработки инженеров General Motors: они начали работать над системой V2V еще в 2002 г. Идут дорожные испытания, в том числе и в рамках общеевропейского консорциума Car 2 Car Communication. Консорциум Car 2 Car Communication (C2C) был

создан в 2004 г. BMW, DaimlerChrysler, Volkswagen, Philips, NEC и несколькими научно-исследовательскими фирмами для координации собственных разработок. Позже к консорциуму присоединились Fiat, Renault, Honda и General Motors.

Одновременно BMW, DaimlerChrysler и Volkswagen образовали еще один консорциум — национальный проект NOW (Network on Wheels), который на грант немецкого правительства разрабатывает техническую базу и стандарты протоколов для системы C2C. В том же году Европейская комиссия выделила деньги на четырехлетнюю целевую программу PReVENT, цель которой — к 2010 г. вдвое сократить количество аварий на дорогах Европы. Одна из ее подпрограмм — система коммуникации WillWarn (Wireless Local Danger Warning), в которой участвуют Daimler, Volkswagen, Ford, Fiat, BMW, Volvo и PSA Peugeot Citroen.

В Финляндии активную деятельность ведет компания Componentality, она разработала собственную технологию — FlexRoad, которая позволяет оперативно развертывать одноранговую (mesh) сеть на базе связи DSRC.

На уровне Европейского союза в целом было запущено несколько проектов реализации кооперативных ИТС. Наиболее важными среди них исследовательскими проектами (по субъективному мнению автора) являются:

- CVIS (Cooperative Vehicle-Infrastructure Systems);
- SAFESPOT;
- Coopers (Cooperative Systems for Intelligent Road Safety).

Все они финансировались Европейской комиссией. Работа этих трех проектов продемонстрировала их совместимость и взаимодополняющий подход их результатов.

Были и другие проекты (часть из них еще действует, часть уже закрылась), связанные прямо или косвенно с коммуникационными системами Car 2 Car:

- COMeSafety2 (www.comesafety.org);
- Drive C2X (www.drive-c2x.eu/project);
- iCarSupport (www.icarsupport.eu);
- ETSI CTI и ETSI TC ITS (www.etsi.org);
- iTETRIS (www.ict-itetris.eu);
- OVERSEE (www.oversee-project.com);
- PRESERVE (www.preserve-project.eu);
- COMeSafety (www.coopers-ip.eu);
- EVITA (www.evita-project.org);
- GST (www.gstforum.org);
- GeoNet (www.geonet-project.eu);
- NOW (www.network-on-wheels.de/about.html);
- PRE-DRIVE C2X (www.pre-drive-c2x.eu);
- PReVENT (www.prevent-ip.org);
- SAFESPOT (www.safespot-eu.org);
- FREILOT (www.freilot.eu);
- SEVECOM (www.sevecom.org);
- FRAME (<http://frame-online.net>);
- KAREN (www.frame-online.net);
- Pre-Drive C2X (www.pre-drive-c2x.eu);

- C2C-CC (www.car-to-car.org);
- SEE-ITS (www.austriatech.at).

Между тем европейцы считают, что они заметно отстают от американцев в области кооперативных ИТС. Главная беда — финансирование. В США подобные программы финансируются почти на 80 % из федерального бюджета, а в Европе доля государства значительно ниже: 50 % приходится на бюджеты стран ЕС, остальное дают, как правило, крупные автопроизводители.

CVIS

Проект начал реализовываться 1 февраля 2006 г. и длился 48 месяцев. Общая стоимость — более 41 млн евро. Веб-сайт проекта: www.cvisproject.org.

Проект CVIS «Корпоративные системы “транспортное средство — инфраструктура”» был направлен на проектирование, разработку и тестирование новых технологий, необходимых для взаимодействия транспортных средств друг с другом и с придорожной инфраструктурой.

CVIS разрабатывал создание автомобильного маршрутизатора, использующего разнообразные коммуникационные технологии, включая сотовую связь, технологию беспроводных локальных сетей (WLAN), коротковолновую передачу на близкие расстояния (DSRC) для непрерывной связи транспортных средств с придорожным оборудованием и серверами.

Для проверки результатов проекта все технологии и приложения CVIS были апробированы на одной или нескольких тестовых зонах во многих странах Европы: Франции, Германии, Италии, Нидерландах, Бельгии, Швеции и Великобритании.

В проекте CVIS можно выделить четыре направления деятельности, такие как:

- 1) архитектура телекоммуникационной сети (COMM);
- 2) архитектура открытой системы управления приложениями (FOAM);
- 3) подсистема позиционирования, картографирования и местного информирования (POMA);
- 4) подсистема мониторинга транспортных потоков (COMO).

Проект показал, что технологии являются не единственным камнем преткновения на пути к реальности, где каждый автомобиль, каждый светофор, каждый дорожный знак и каждый километр дороги будут оснащены элементами кооперативной ИТС.

Проект CVIS выявил необходимость создания инструментария для решения таких ключевых вопросов, как принятие системы самим пользователем, конфиденциальность и безопасность данных, открытость системы и ее взаимодействие с другими системами, оценка степени риска и ответственности, потребности в государственной политике, оценка затрат/выгод реальных бизнес-моделей и развертывания четких планов для реализации.

Именно проект CVIS дал понять, что в кооперативных ИТС совокупные подсистемы и их элементы постоянно меняются в зависимости от характера решаемых задач и должны постоянно самоорганизовываться в другие подсистемы в режиме реального времени.

SAFESPOT

SAFESPOT объединил более 50 ведущих партнеров: OEM-производителей, операторов и научно-исследовательских организаций со всей Европы. Веб-сайт проекта: www.safespot-eu.org.

SAFESPOT детально прорабатывал кооперативные требования к автомобильной платформе зондирования применительно к таким четырём ситуациям:

- безопасная дистанция, предупреждения при перестроении и маневрах;
- лобовое столкновение;
- авария на пересечении дорог;
- выезд на встречную полосу движения.

Проект SAFESPOT испытывал свои приложения на шести различных полигонах (Геттеборг, Париж, Турин, Дортмунд, Хелмонд и Вальядолид), в том числе проверялась совместимость между различными странами, из них четыре испытательных полигона были комплексно использованы с проектом CVIS.

COOPERS

Проект COOPERS («Кооперативные системы интеллектуальной безопасности дорожного движения») был направлен на разработку и апробирование систем, позволяющих в реальном времени с помощью дорожной инфраструктуры и бортового оборудования автомобиля определять его местоположение и доводить до него необходимую информацию. Веб-сайт проекта: www.coopers-ip.eu.



Рис. 62. Районы испытаний проекта COOPERS

Участвовало 39 партнеров, координировался AustriaTech, бюджет проекта — 16,8 млн евро, из них 9,8 млн евро — вклад ЕС. Начался проект в феврале 2006 г., закончился в июле 2010 г.

Результатом работы были своего рода кооперативные спецификации, в которых были определены ключевые характеристики и параметры для каждого элемента системы.

Первоначально тестирование проходило на дороге A12 в Тироле, 52-й км — 72-й км в обоих направлениях.

Затем испытания были продолжены еще на других четырех полигонах (см. рис. 62):

- транспортный коридор Нюрнберг — Верона;
- транспортный коридор Роттердам — Антверпен;
- городские магистрали Берлина;
- транспортный коридор Шамони — Валенсия и Париж.

Отрабатывались следующие информационные услуги:

- ДТП / предупреждение об инциденте;
- предупреждение о погодных условиях;

- дорожная информация;
- сведения о загрузке полос;
- сведения о скоростном режиме;
- предупреждение о заторовых ситуациях.

Помимо этого, обрабатывался и интерфейс самого транспортного средства применительно к автомобилю:

- ссылки на инфраструктуру;
- международное взаимодействие при передаче сообщений;
- возможности дороги с учетом спроса;
- навигация маршрута — расчетное время путешествия;
- навигация маршрута — рекомендации движения;
- навигация маршрута — автоматическое обновление дорожной карты.

ЕСо-АТ

В отличие от других проект ЕСо-АТ (European Corridor — Austrian Testbed for Cooperative Systems) организован не на уровне Европейского союза в целом, а благодаря меморандуму о взаимодействии между транспортными министерствами Нидерландов, Германии и Австрии. Веб-сайт проекта: www.eco-at.info.

Задачей проекта было создание на транспортном коридоре Европа — Австрия (коридор проходит из Роттердама через Франкфурт в Вену) долговременного полигона для кооперативных ИТС (см. рис. 63).

Консорциум состоит из ASFINAG, Kapsch TrafficCom AG, Siemens AG Австрии, IPTE — Schalk & Schalk OG, SWARCO AG, High Tech Marketing, Volvo Technology AB, FTW, ITS Vienna Region и Научно-исследовательского института магистралей (Federal Highway Research Institute). Всего 11 партнеров, главный координатор — ASFINAG.

Общий срок проекта — с III квартала 2013 г. по II квартал 2017 г. Этап 1: определение и фаза тестирования (2013–2015). Этап 2: фаза реализации (2015–2017).

Это некий стратегический альянс с целью содействия совместному развертыванию кооперативных ИТС в Европе. Данная структура плотно взаимодействует с проектами CEDR, ASECAP, POLIS и C2C-CC.

В Австрии коридор включает в себя шоссе А1 между Зальцбургом и Веной, в том числе Вену и Грац.



Рис. 63. Транспортный коридор Европа — Австрия для тестирования наработок в области кооперативной ИТС

Основной тест-маршрут находится в восточной части этой страны в области автострады пересечения A23-A4-S1 и имеет длину около 45 км.

Отрабатывались средства:

- вывода на дисплей бортового оборудования транспортного средства всех допустимых дорожных знаков;
- уведомления о расположении пунктов оказания услуг / пунктов сервиса;
- уведомления о текущей дорожной ситуации;
- сообщения о состоянии и обновления маршрута движения транспортного средства;
- информирования о парковках;
- информирования о транспортных заторах и вызванных этим задержках и т. п.

Отечественные проекты

В рамках одной из ключевых задач, поставленных Президентом России В. В. Путиным 4 декабря 2014 г. в Послании к Федеральному собранию по реализации Национальной технологической инициативы, Агентство стратегических инициатив сформировало рабочую группу AutoNet (распределенная сеть управления автотранспортом без водителя), основная цель которой — выработка системных решений по определению ключевых технологий, необходимых изменений в области норм и правил, мер финансового и кадрового развития, механизмов вовлечения и вознаграждения носителей необходимых компетенций в области автономных беспилотных транспортных средств.

В России пока не так много научных заведений, реально изучающих данную тематику. Прежде всего это Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО) и Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ) в Новосибирске.

Успешная реализация концепции ИТС в пилотных зонах станет трамплином для перехода к следующей стадии — использованию полученных наработок в общегородских или общемагистральных коммерческих сетях и масштабированию решения в пределах целых транспортных районов или коридоров.

По мнению автора, наиболее интересными в области кооперативных ИТС в России являются проект, выполняемый ЗАО «Автодор-Телеком» по заказу Государственной компании «Автодор» на автомобильной дороге М-4 «Дон», и проект по созданию пилотной зоны сети передачи данных между подвижными транспортными средствами и объектами транспортной инфраструктуры на базе технологии DSRC в Санкт-Петербурге. Последний проект разработало малое инновационное предприятие Университета ИТМО — компания «КБСТ ИТМО».

В рамках работ по строительству и реконструкции линий связи на автомобильной дороге М-4 «Дон» планируется развернуть сеть WiMAX (на всем протяжении дороги), установить оборудование Wi-Fi (в местах отдыха, АЗС и ПВП), а самое интересное — установить стационарное придорожное оборудование DSRC для нужд кооперативных ИТС (большей частью в Липецкой области и незначительное количество в Московской области Российской Федерации). См. рис. 64 и 65.

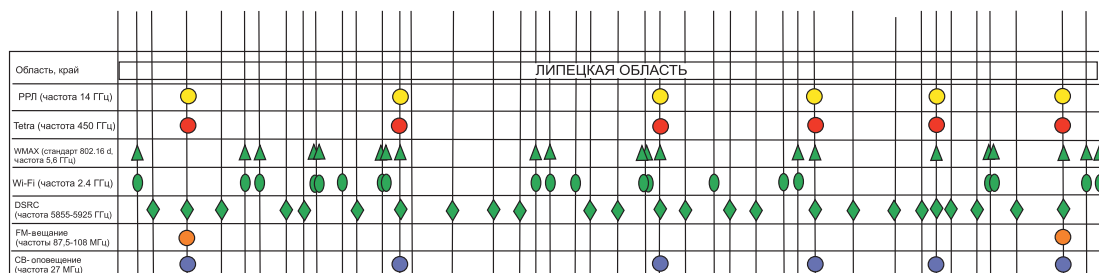


Рис. 64. Предлагаемая схема размещения оборудования DSRC на автомобильной дороге М-4 «Дон» в Липецкой области

Пилотная зона технологии DSRC в Санкт-Петербурге

Для демонстрации работы новой технологии связи на транспорте в реальных городских условиях в одном из районов Санкт-Петербурга была построена первая пилотная зона.

Пилотная зона обеспечивает проведение исследовательских и экспериментальных работ с целью определения технических характеристик реализованной сети на основе технологии DSRC.

Масштаб построенной пилотной зоны:

- 1) участок ул. Бухарестская между пересечениями с ул. Салова и пр. Славы;
- 2) участок ул. Салова между пересечениями с ул. Александра Кованько и Бухарестской;
- 3) участок ул. Александра Кованько от проходной Автобусного парка № 1 СПб ГУП «Пассажиравтотранс» до пересечения с ул. Салова.

С помощью программного обеспечения, разработанного на кафедре прикладного программирования и технологических инноваций (ППТИ) Университета ИТМО, были произведены измерения пропускной способности и уровня сигнала по маршруту следования транспортного средства с привязкой к пространственным координатам.

При создании комплекса связи был разработан и применен ряд системных решений, позволяющих унифицировать проектную документацию, процессы согласования и в итоге тиражировать данную систему в масштабах города практически без изменений:

- 1) принципиальный вопрос по размещению стационарных модулей;
- 2) организация магистрального канала связи между стационарными модулями;
- 3) оценка модулями доступности и качества каналов связи с возможностью их автоматического переключения;
- 4) заложенная в оборудование вакантная вычислительная мощность для локального выполнения сторонних приложений;
- 5) оборудование модулей множеством дополнительных интерфейсов для подключения различных устройств.

В ходе реализации проекта было разработано специализированное ПО для обеспечения работы пилотной зоны DSRC:

- 1) веб-интерфейс для настройки оборудования;
- 2) ПО для проведения тестов, измерений и настройки состояния устройств пилотной зоны;

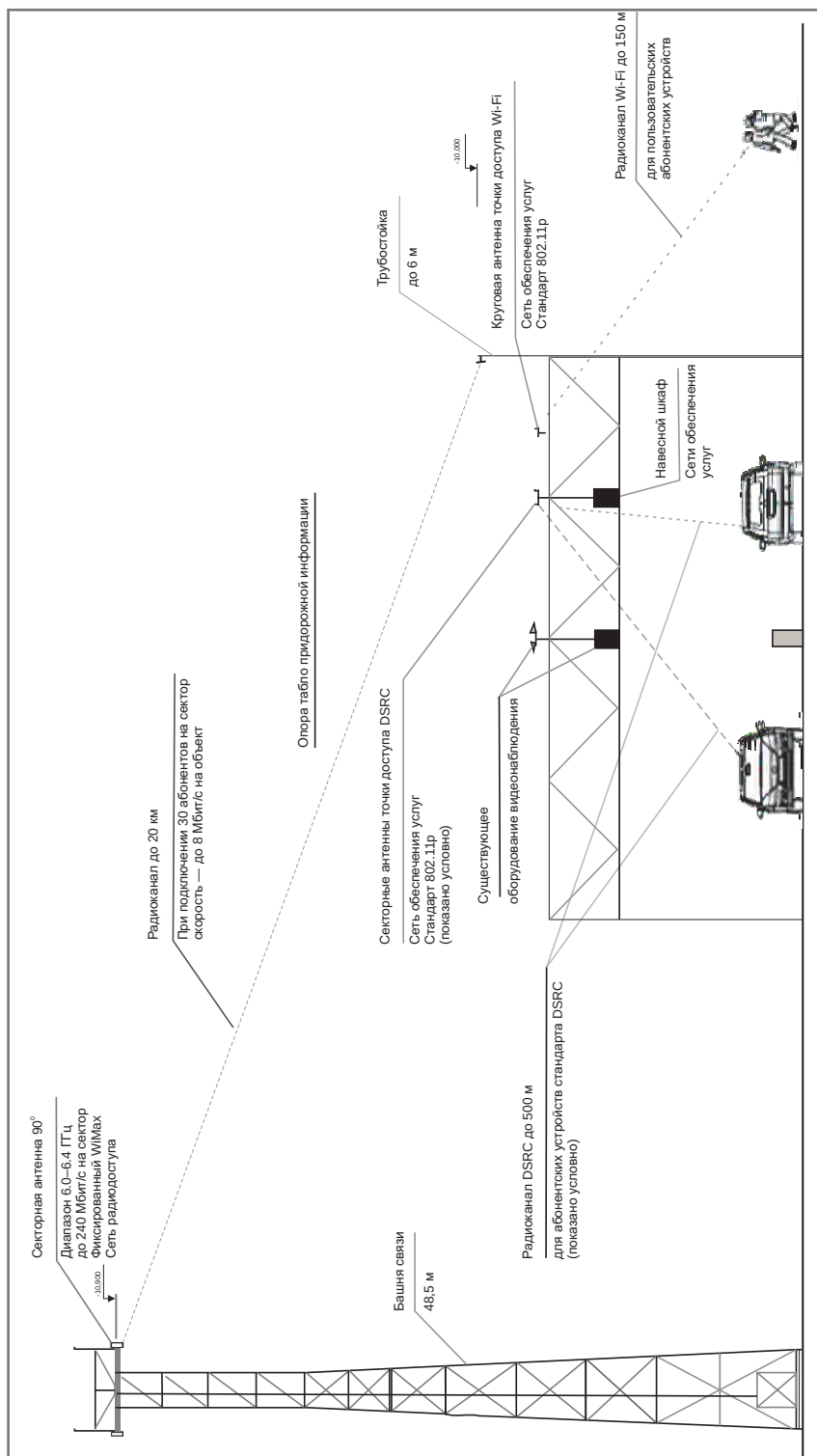


Рис. 65. Пилотная зона внедрения DSRC на УДС Санкт-Петербурга

- 3) ПО для отслеживания текущего состояния устройств, находящихся в пилотной зоне;
- 4) ПО для обслуживания сервисов геолокации;
- 5) ПО для сопряжения мобильных и стационарных модулей с системами АСУДД, в частности для сопряжения с дорожной инфраструктурой города;
- 6) ПО для управления состоянием внешних устройств (систем массового оповещения населения);
- 7) ПО для передачи данных и управления состоянием внешнего остановочного модуля;
- 8) ПО для организации аудио-, видеовещания в сети и организации телемостов.



Рис. 66. Типовая схема размещения оборудования DSRC непосредственно на автомобильной дороге



Рис. 67. Пример установки стационарного модуля DSRC на УДС Санкт-Петербурга



Рис. 68. Пример установки мобильного антенного модуля на автобусе

7.5.3. Технология DSRC

7.5.3.1. Общие данные

Эффективность рассматриваемых систем напрямую зависит от технологий беспроводной связи, систем передачи данных, систем позиционирования транспортного средства и от расширения качества цифровых дорожных карт.

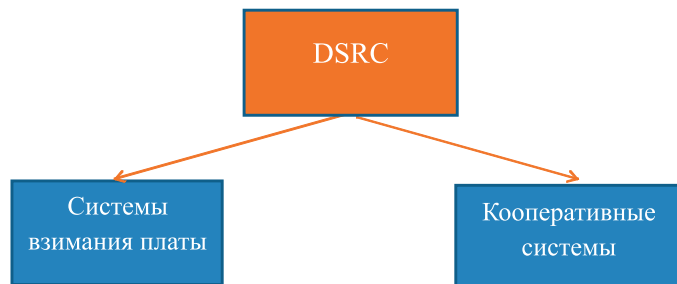


Рис. 69. Основные сферы применения DSRC на транспорте

В части беспроводной связи ставка делается на развитие специализированного стандарта скоростной передачи данных на короткие расстояния — DSRC (Dedicated Short Range Communications). Важно, что это стандарт с высокой скоростью установки связи, а это для дороги крайне принципиально.

Радиосвязь ближнего действия в транспортной среде — один из важнейших компонентов интеллектуальных транспортных систем. Технология DSRC приобретает все большее распространение в сфере транспортных коммуникаций. Это связано прежде всего с тем, что ее применение позволяет существенно повысить безопасность, экономичность, комфортность поездок и перевозок на автомобильном транспорте.

Решения на базе DSRC признаны в мире как наиболее рациональные, дешевые и современные в своей области. Технология DSRC является разновидностью технологии Wi-Fi для применения на движущемся транспорте и обеспечивает:

- практически мгновенное (менее четверти секунды) соединение;
- передачу данных на скоростях до 27 Мбит/сек на дальность до 1,5 км;
- устойчивую работу при движении транспорта со скоростью до 250 км/ч.

Европейский комитет по стандартизации (CEN), работающий иногда в сотрудничестве с Международной организацией по стандартизации (ISO), представил несколько стандартов DSRC:

- EN12253:2004 DedicatedShort-Range Communication — Physical layer using microwave at 5.8 GHz (review);
- EN12795:2002 DedicatedShort-Range Communication (DSRC) — DSRC Data link layer: Medium Access and Logical Link Control (review);
- EN12834:2002 DedicatedShort-Range Communication — Application layer (review);
- EN13372:2004 DedicatedShort-Range Communication (DSRC) — DSRC profiles for RTTT applications (review);
- EN ISO 14906:2004 Electronic Fee Collection — Application interface.

Каждый стандарт рассматривает различные слои в стеке модели связи OSI.

Долгое время (да и сейчас это продолжается) коммерческое применение технологии DSRC находили главным образом в системах электронного платежа. Данная модель проработана вплоть до уровня приложений. Основных приложений три:

- взимание платы — специальный стандарт ISO 14906;
- контроль исполнения правил взимания платы — специальный стандарт ISO 12813;
- помощь в позиционировании — специальный стандарт ISO 13141.

7.5.3.2. Взимание платы с помощью технологии DSRC

Взимание платы с помощью технологии DSRC организовано по всему миру. При этом процесс внедрения не везде был простым. В США, например, частоты DSRC по-настоящему разрешили использовать только в 2013 г., поэтому там внедряли аналогичные системы в основном с RFID-метками, а не DSRC.

В настоящее время в электронных системах сбора оплаты за проезд (ETC) в европейских странах используется целый ряд стандартов DSRC: EN15509, CARDME, PISTA, AutoPASS, AS4962-A/B, OGS.

Непосредственно ETC состоит из двух частей: оборудования полосы проезда и оборудования транспортного средства (техническое средство осуществления платежа).

Оборудование полосы подсистемы ETC включает в себя антенны, блоки питания к ним и контроллеры ETC.

Техническим средством осуществления платежа, позволяющим совершать платеж в автоматизированном режиме, является транспондер (см. рис. 70).



Рис. 70. Примеры транспондеров, применяемых в России

Это специальное электронное устройство размером приблизительно 6 × 4 см, устанавливаемое в машине на лобовое стекло за зеркалом заднего вида.

В память транспондера записывают все сведения (дата, время, класс ТС, ПБП) об оплате проезда.

Транспондер соответствует стандартам связи DSRC 5,8 ГГц. Время считывания составляет менее 2 мс.

Антенны устанавливаются на полосе в ее начале и в конце и дублируют считывание устройств электронного способа оплаты (см. рис. 71).



Рис. 71. Пример внешнего вида антенны телеплаты

В случае успешного обмена информацией между антенной ЕТС и транспондером полученные данные анализируются контроллером полосы.

В ходе анализа контроллер полосы проверяет наличие номера транспондера в списках, разрешающих или запрещающих проезд, и в зависимости от результата анализа контроллер либо инициирует разрешение на проезд, либо инициирует вывод информационного сообщения на табло пользователя и включение светозвуковой сигнализации.

Подсистема ЕТС отличается отказоустойчивостью, надежностью, наличием дублирующих элементов, точностью, а также минимальным временем отключения при сбое.

Получив один раз «белые», «серые» и «черные» списки, контроллер полосы может работать независимо от сервера СВП. При этом данные списки не обновляются, а на сервер

не направляются отчеты о состоянии и сигналы тревоги.

Россия в данном случае не исключение, технологии DSRC первоначально активно стали применять именно на платных автомагистралях. Примерами использования технологии DSRC для системы взимания платы в России являются:

- Западный скоростной диаметр — платная городская магистраль скоростного движения в Санкт-Петербурге. В качестве автомобильного DSRC блока применяются транспондеры производства норвежской компании Norbit. Функцию эксплуатации осуществляет ООО «Оператор скоростных автомагистралей — Север» (см. рис. 72);

- М-4 «Дон». Применяется транспондер T-Pass ООО «Автотор — Платные дороги». Сегодня компания «Автотор — Платные дороги» выполняет функции агента Государственной компании «Российские автомобильные дороги» по взиманию платы за проезд на участке км 48 — км 71 автомобильной дороги федерального назначения М-4 «Дон». 29 марта 2012 г. в со-



Рис. 72. Пункт взимания платы в районе ул. Благодатной на ЗСД (Северный участок)



Рис. 73. Пункт взимания платы М-4 «Дон»

ответствии с условиями первого в истории России операторского контракта на содержание, ремонт и эксплуатацию участка дороги М-4 «Дон» с 225-го км по 633-й км функции по содержанию, ремонту и взиманию платы с пользователей были переданы ООО «Объединенные системы сбора платы» (см. рис. 73);

- платная автомобильная трасса «Новый выход на МКАД с федеральной автомобильной дороги М-1 «Беларусь» Москва — Минск» (Северный обход г. Одинцово). Применяется транспондер ООО «Новое качество дорог» — оператора данной платной автомобильной дороги (см. рис. 74).

Каждый раз при проезде через пункт взимания платы транспондер посылает сообщение в систему, которая автоматически списывает плату за проезд с лицевого счета, прикрепленного к транспондеру.

Как правило, современные аппаратные платформы поддерживают несколько различных приложений, таких как ETC (Electronic Toll Collection — электронный сбор платы), ERI (Electronic Registration Identification — электронная идентификация и регистрация) и Access Control and Car Park Management (контроль доступа и управление паркингом).

Приемопередатчик DSRC может подключаться непосредственно к серверу пункта взимания платы (TPC), контроллеру полосы (LC) или к стандартному коммутатору Ethernet LAN/WAN для удаленного доступа. RSE650 устанавливается на опоре над полосой движения в начале полосы оплаты.

Для монтажа антенны специально разработаны регулируемые кронштейны, чтобы точно сориентировать ее над полосой. Подключение антенны к коммутатору производится кабелем Cat5e длиной не более 100 м, питание антенны производится посредством технологии PoE (см. рис. 75).

При недостаточном питании по PoE энергия подается через коммутационный блок дополнительным кабелем. Основные технические характеристики современных приемопередатчиков DSRC:

- рабочие частоты: 5,7975, 5,8025, 5,8075 и 5,8125 ГГц;
- скорость приема информации MDR1/MDR2 — 500 Кбит/с;



Рис. 74. Пункт взимания платы на 6,9 км М-1 «Беларусь» (Северный обход Одинцово)



Рис. 75. Подключение приемопередатчиков DSRC

- скорость передачи информации MDR1/MDR2 — 250 Кбит/с;
- скорость приема/передачи информации LDR — 31,25 Кбит/с.

Процедура оплаты транспондером на полосе stop&go состоит из следующих этапов:

- 1) регистрация въезда ТС на полосу оплаты;
- 2) подтверждение или изменение автоматически определенного класса ТС;
- 3) автоматическое определение тарифа оплаты (с помощью данных, полученных при идентификации ТС, и тарифной модуляции);
- 4) вывод на табло и экран системы управления полосой (при ручном режиме работы полосы) информации о классе ТС и действующем тарифе;
- 5) обмен данными с транспондером;
- 6) вывод на табло и экран системы управления полосой информации об оплаченном проезде;
- 7) открытие выездного шлагбаума, переключение выездного светофора на зеленый свет;
- 8) выезд ТС с полосы оплаты;
- 9) регистрация выезда ТС с полосы;
- 10) закрытие выездного шлагбаума и переключение выездного светофора на красный свет.

Пример проведения процедуры оплаты проезда с помощью транспондера: ТС въезжает на полосу оплаты, и его появление регистрируется системой управления полосой (этап 1), запускается процесс автоматической классификации ТС. Подтверждается или изменяется автоматически определенный класс ТС (этап 2). Система производит подсчет суммы к оплате (этап 3). На экран системы управления полосой и на табло выводится информация о классе ТС и соответствующей тарифу сумме к оплате (этап 4). Происходит обмен данными с транспондером (этап 5). На табло и экран системы управления полосой выводится информация о принятой сумме (этап 6). Открывается выездной шлагбаум, и выездной светофор переключается на зеленый свет (этап 7). ТС выезжает с полосы оплаты (этап 8), и это регистрируется системой управления полосой (этап 9). Выездной шлагбаум закрывается, и выездной светофор переключается на красный свет (этап 10).

Типичная ошибка пользователей — отказ от размещения транспондера на лобовом стекле и попытка проезда по полосе оплаты с транспондером в руках, что приводит к некорректной работе антенн и в итоге к несрабатыванию выездного шлагбаума. Разработаны даже специальные инструкции по проезду данных пропускных пунктов. Пример такой инструкции, разработанной ООО «Новое качество дорог», представлен на рис. 76.

Как правило, для удобства пользователей транспондеров и БСК на основном ходу автомагистрали на всех ПВП открыты выделенные Т-полосы для движения, оплата на которых возможна только с помощью транспондера. При правильном использовании заряда батареи транспондера хватит на пять-семь лет.

Этот способ оплаты является наиболее удобным для пользователей, так как не требует от водителя никаких действий, пользователю при проезде через ПВП нужно лишь остановиться перед шлагбаумом и, убедившись в его полном открытии, продолжить движение. В России транспондер выдается при заключении письменного договора и внесении авансового платежа на определенную сумму.

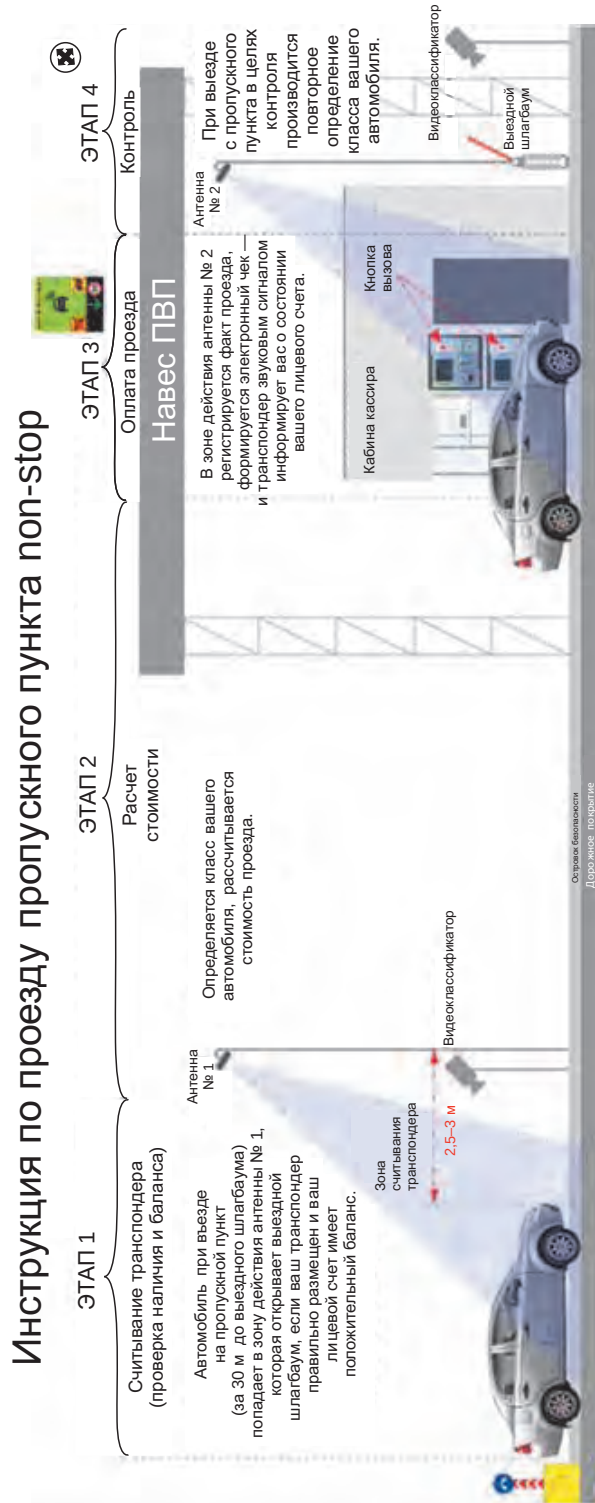


Рис. 76. Пример интрукции по проезду пропускного пункта на М-1 «Беларусь» (Северный обход г. Одиноково)

7.5.3.3. DSRC в кооперативных ИТС

Все формы обмена информацией выходят за рамки классических автономных систем. У стандарта DSRC скорость соединения — десятки миллисекунд (против десятков секунд у Wi-Fi), а для движущихся транспортных средств это критично (см. рис. 77).



Рис. 77. Время, необходимое на передачу данных в кооперативных ИТС

Эксперименты показывают, что автомобиль, на котором установлено оборудование V2V со встроенной антенной, может держать уверенную связь с другими автомобилями в радиусе 800 м. Со стационарными объектами (V2I) — до 1000 м.

Фактически большинство задач, характерных для транспортных систем управления и связи, технология DSRS позволяет решить с учетом совместного применения технологии динамической маршрутизации для построения одноранговых сетей (Delay & Disruption-Tolerant Networking, DTM) и систем глобального геопозиционирования GPS/ГЛОНАСС. Фактически осуществляется кооперация с мобильной и наземной связью, когда скорости, надежности и гибкости других систем связи оказывается недостаточно, — получаются совершенно новые решения (см. рис. 78).

Можно выделить пока три основных региона, в которых успехи в области DSRC наиболее существенны. Это прежде всего США, Европа и Япония.

В Америке данная технология строится на архитектуре, получившей название Wireless Access for the Vehicular Environment (WAVE), которая позволяет обеспечить стандартизацию беспроводного доступа в транспортных системах, регламентирует взаимодействие всех участников процесса, включая производителей транспортных средств и компонентов, организации, обеспечивающие общественную безопасность, и транспортные компании.

Технология используется как основа для DSRC-проектов в США.

Американцы в 1991 г. создали комиссию по «интеллектуализации» дорожного движения (Intelligent Transportation Society, ITS America). В США в 1999 г. Федеральная комиссия по связи (FCC) выделила 75 МГц в диапазоне 5,9 ГГц (5,875–5,925) для беспроводных сетей малого радиуса действия (DSRC) исключительно в целях безопасности дорожного движения — технологии коммуникаций транспортных средств на ближних расстояниях. Это было нужное и грамотное решение.



Рис. 78. Кооперация мобильной и наземной связи в кооперативных ИТС

Коммуникационные протоколы для V2X стандартизованы IEEE. Физический и MAC-уровни определены в спецификации IEEE P802.11p. Верхние уровни описываются группой протоколов IEEE 1609x, и вместе они образуют технологию под названием «беспроводной доступ для транспортной среды» (WAVE).

В следующей таблице сравниваются DSRC/WAVE с возможностями других беспроводных технологий.

Таблица 13

Сравнение DSRC/WAVE с возможностями других беспроводных технологий

	DSRC/WAVE	Wi-Fi	Сотовые	Мобильный WiMAX5
Скорость передачи данных	3–27 Мбит/с	6–54 Мбит/с	< 2 Мбит/с	1–32 Мбит/с
Латентность	< 50 мс	секунды	секунды	–
Дальность действия	< 1 км	< 100 м	< 10 км	< 15 км
Мобильность	< 250 км/ч	< 20 км/ч	> 250 км/ч	> 250 км/ч
Номинальная пропускная способность	10 МГц	20 МГц	< 3 МГц	< 10 МГц
Частоты	5,875–5,925 ГГц	2,4 ГГц, 5,2 ГГц	800 МГц, 1,9 ГГц	2,5 ГГц
Стандарт IEEE	802.11p	802.11a	–	802.11e

Иногда технологию WAVE называются CALM M5. Стандарт IEEE 802.11p определяет физический и канальный уровень и принят в июне 2011 г. как дополнение к основному стандарту IEEE 802.11.

Европейская стандартизация получила название ETSI ITS-G5 и отличается от WAVE в основном в верхних слоях архитектуры, есть отличия и в терминологии. Тем не менее она также основана на стандарте IEEE 802p. Важными являются различия в структуре приема-передачи станции ITS-G5 и WAVE.

В Европейском союзе выделена полоса шириной 30 МГц в диапазоне 5,9 ГГц (5,875–5,905). Возможно также использование 20 МГц в промышленной, научной и медицинской полосах частот ниже 5,875 ГГц.

Японский стандарт 5,8 ГГц DSRC значительно отличается от американской технологии WAVE 5,9 ГГц, так как он используется только для взаимодействия автомобилей с придорожным оборудованием. Для V2V-коммуникаций выделено 10 МГц в диапазоне 700 МГц (все оборудование, разработанное по заказу Toyota, также работает на данной частоте).

Современные устройства DSRC, работающие на частоте 5,9 ГГц, стараются выпускать с комплексной поддержкой нового европейского стандарта ETSI ITS-G5 и американского WAVE, классических стандартов IEEE 802.11p, IEEE 1609 (IEEE 1609.2, IEEE 1609.3, IEEE 1609.4, IEEE 1609.11). Сообщения, как правило, идут в соответствии с набором, определенным в стандарте SAE J2735. Интерфейсы бортового устройства — Bluetooth, GPS, LED, звуковое оповещение и шифрование.

В России ситуация с выделением необходимого частотного ресурса для нужд кооперативных систем также отличается своеобразием. На основании ст. 22 Федерального закона от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ «О связи» средства связи, иные радиоэлектронные средства (РЭС) и высокочастотные устройства (ВЧУ), являющиеся источниками электромагнитного излучения, подлежат регистрации.

Исключений немного, одно из них — пользовательское (оконечное) оборудование, передающее, включающее в себя приемное устройство малого радиуса действия стандартов IEEE 802.11a, IEEE 802.11n (Wi-Fi), работающее в полосах радиочастот 5150–5350 МГц и 5650–6425 МГц, с допустимой мощностью излучения передатчика не более 100 мВт, в том числе встроенное либо входящее в состав других устройств.

Точки беспроводного радиодоступа, используемые владельцами радиоэлектронных средств для организации беспроводных сетей передачи данных, не являются окончательными устройствами и подлежат регистрации в органах Роскомнадзора. В список исключений диапазон 5,875–5,925 ГГц не входит.

В 2007 г. было опубликовано решение Государственной комиссии по радиочастотам при Министерстве информационных технологий и связи Российской Федерации (ГКРЧ) № 07–20–03–001 «О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия», однако в дальнейшем другим решением ГКРЧ (от 28 апреля 2008 г. № 08–24–01–001) в него были внесены существенные изменения. В Приложении 13 к данному решению была определена полоса радиочастот, выделенная под работу телематических устройств на транспорте (см. табл. 14) и дано непосредственно их определение: «Телематические устройства на транспорте — устройства малого радиуса действия, используемые для передачи данных между транспортными средствами, а также между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой для различных информационных приложений».

В то же время отдельные участки полос радиочастот 5150–5350 МГц и 5650–5925 МГц могут использоваться РЭС беспроводного доступа с установленными ограничениями.

Таблица 14

**Основные технические характеристики и условия использования устройств
локальных радиосетей**

Полосы радио- частот	Технические характеристики			Дополнительные условия использования
	Наименование	Значение	Размерность	
5795– 5815 МГц	ЭИМ Гармонизированный стандарт	200 EN 300 674	мВт	Требуется получение разрешения на исполь- зование радиочастот или радиочастотных ка- налов в установленном порядке

Получалось, что изначально DSRC-системы России сложно совместимы с аналогичными системами Европы и США, так как должны были работать в другом диапазоне.

Во исполнение ст. 41 Федерального закона от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ «О связи» в целях обеспечения целостности, устойчивости функционирования и безопасности единой сети электросвязи Российской Федерации был выпущен приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ от 14 сентября 2010 г. № 124 «Об утверждении Правил применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц» (зарегистрировано в Минюсте РФ 12 октября 2010 г. № 18695).

По сути, это главный нормативный документ, который регламентирует радиодоступ по технологии DSRC на территории России, однако требования к параметрам оборудования радиодоступа стандарта 802.11 международного стандарта IEEE 802.11р конкретно он не описывает.

В 2011 г. вышло еще одно решение ГКРЧ — № 11–11–01–2 «О выделении полосы радиочастот 5855–5925 МГц для радиоэлектронных средств интеллектуальных систем на транспорте (ITS)». Согласно нему, «учитывая, что интеллектуальные системы на транспорте (ITS) способствуют повышению безопасности и эффективности дорожного движения, а также необходимость применения в стране систем гармонизированных стандартов интеллектуальных систем на транспорте», ГКРЧ решила, в частности:

...2. Выделить полосу радиочастот 5855–5925 МГц для разработки, производства и модернизации юридическими и физическими лицами РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS) без оформления отдельных решений ГКРЧ для каждого конкретного типа РЭС при условии, что основные технические характеристики разрабатываемых, производимых и модернизируемых РЭС соответствуют основным техническим характеристикам, указанным в приложении к настоящему решению ГКРЧ (не приводится).

3. Выделить полосу радиочастот 5855–5925 МГц для применения юридическими и физическими лицами придорожных и автомобильных РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS) без оформления отдельных решений ГКРЧ.

4. Применение РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS) в выделенной в п. 3 настоящего решения ГКРЧ полосе радиочастот должно осуществляться при выполнении следующих условий:

соответствия технических характеристик, применяемых РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS), основным техническим характеристикам, указанным в приложении к настоящему решению;

получения для придорожных РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS) в установленном порядке разрешения на использование радиочастот на основании заключения экспертизы радиочастотной службы о возможности использования заявляемых РЭС и об их электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования РЭС...

Таблица 15

Основные технические характеристики РЭС интеллектуальных систем на транспорте (ITS)

Полосы радиочастот	Технические характеристики		
	Наименование	Значение	Размерность
5855–5925 МГц	Максимальная ЭИИМ передатчика придорожного РЭС ITS	3	дБВт
	Максимальная ЭИИМ передатчика автомобильного РЭС ITS	–10	дБВт

Примечание: согласно Приложению к решению ГКРЧ от 10 марта 2011 г. № 11–11–01–2.

С выходом данного решения ситуация значительно упростилась: необходимо только заключение об электромагнитной совместимости.

Что касается технологии DCRS в части ее применения на пунктах взимания платы (см. рис. 79), то там применяется другая частота в отличие от кооперативных систем —



Рис. 79. Пример установки оборудования DSRC на пунктах взимания платы

как правило, это рабочие частоты: 5,7975 ГГц, 5,8025 ГГц, 5,8075 ГГц и 5,8125 ГГц. Излучаемая мощность — 33 дБм, 2 Вт макс.

Соответственно, в этом случае нужно руководствоваться другим решением ГКРЧ — от 15 июля 2010 г. № 10–07–02 «Об использовании полос радиочастот 5150–5350 МГц и 5650–6425 МГц радиоэлектронными средствами фиксированного беспроводного доступа».

Отдельный вопрос — унификация. Проблема унификации и стандартизации нормативных документов, посвященных DSRC, крайне актуальна в мире, однако попытки интеграции США и Европы уже есть. Созда-

на совместная рабочая группа США — ЕС в области устойчивого развития (SWG) кооперативных систем. Ее главная задача — подготовить пять официальных документов о размещении, об оценке общих принципов и стандартов, связанных с подключением автомобиля к дорожной инфраструктуре в Северной Америке и Европе. Япония присоединилась к этой

инициативе, но пока выступает как наблюдатель (группа с участием Японии стала называться SWG2), Австралия и Южная Корея намереваются сделать то же самое. Россия пока в стороне.

В 2009 г. ETSI (European Telecommunications Standard Institute) в соответствии с результатами, полученными в рамках тестирования ИТС на совместимость с другим оборудованием, был принят согласованный стандарт — DIN EN 302571 Intelligent Transport Systems (ITS) — Radiocommunications equipment operating in the 5855 MHz to 5925 MHz frequency band — Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive («Интеллектуальные транспортные системы. Оборудование радиосвязи, работающее в диапазоне радиочастот 5855–5925 МГц. Гармонизированный стандарт ЕК, распространяющийся на основные требования ст. 3.2 директив R&TTE»).

7.5.4. Общая телекоммуникационная архитектура

Основу оборудования кооперативных ИТС составляет действительно оборудование на базе технологии DSRC, но ошибочно полагать, что на этом все и кончается. Ошибочно также сводить кооперативные ИТС только к автомобилю, ориентированному на связь на 5,9 ГГц для обеспечения дополнительной безопасности.

Кооперативные ИТС — это подмножество ИТС, которое связывает и распределяет информацию между компонентами ИТС для формирования рекомендаций и облегчения действий с целью повышения безопасности, экологичности, эффективности и комфорта до уровня, превышающего возможности автономных систем.

Данное подмножество ИТС — это серьезная многоуровневая телекоммуникационная структура, причем лежащая на общую архитектуру ИТС. В нее входит огромное количество составляющих.

Компонент ИТС (ITS Station) определен стандартом ETSI EN 302 665 / ISO 21217 как устройство, размещенное в транспортном средстве, у дороги, в центре контроля дорожного движения / управления дорожным движением, в сервис-центре, либо переносное устройство.

Целью создания телекоммуникационной составляющей ИТС, в том числе кооперативных ИТС, является необходимость соединения и взаимоувязывания компонентов различных подсистем ИТС, распределенных на территории за счет строительства новых и реконструкции существующих систем связи автоматизированных систем. Нужно создавать телекоммуникационную среду ИТС.

Создание единой телекоммуникационной среды ИТС позволяет:

- обеспечить обмен данными между оборудованием подсистем ИТС и центрами управления информацией, ее обработки и хранения;
- объединить отдельные системы и сети связи в единую транспортную сеть связи ИТС;
- создать мультисервисность сети связи (передача данных, голоса, видео по единой сети);
- создать масштабируемость (по полосе пропускания, охвату территории, количеству портов);
- осуществлять контроль доступа, авторизацию и защиту информации;

- обеспечить поддержку качества обслуживания;
- осуществить поэтапное внедрение новых сервисов;
- осуществлять обмен данными между зональными центрами управления и интегрирующей подсистемой;
- обеспечить обмен данными между локальными компьютерными сетями служб оперативного управления различными видами транспорта в транспортных узлах с различными оперативными службами, функционирование диспетчерской службы;
- обеспечить обмен данными с компьютерными сетями органов управления;
- обеспечить доступ к удаленным автоматизированным рабочим местам ИТС.

На данный момент уже можно довольно точно сформулировать и список абонентов сети связи и передачи данных ИТС.

Абонентами сети связи и передачи данных ИТС являются:

1) основные периферийные устройства подсистем (сервисов):

- светофорные объекты;
- реверсивные светофоры;
- детекторы транспорта;
- видеокамеры;
- дорожные информационные табло (ДИТ);
- управляемые дорожные знаки (УДЗ), знаки переменной информации (ЗПИ);
- знаки обратной связи с водителем (ЗОС);
- рекламно-информационные экраны (РЭО);
- автоматические дорожные метеостанции (АДМС);
- аварийно-вызывные колонки (АВК);
- комплексы выявления инцидентов;
- комплексы фиксации нарушений ПДД;
- комплексы весогабаритного контроля;
- противогололедные комплексы;
- пункты взимания платы (ПВП);
- центры диспетчерского управления города или автомагистрали;
- диспетчерские центры частных операторов;
- мобильные диспетчерские центры (МДЦ), используемые при проведении массовых мероприятий;
- диспетчерские центры транспортных предприятий (групп коммерческих перевозчиков);
- службы (отделы) эксплуатации транспортных предприятий, выполняющих перевозки пассажиров на закрепленных маршрутах наземного пассажирского транспорта;
- диспетчерские центры оперативных служб города;
- центры диспетчерского управления отдельными видами перевозок (школьные автобусы, уборочная техника и др.);
- центры диспетчерского управления работой транспорта аварийно-технических служб;

- транспортные средства предприятий-перевозчиков, работающие на маршрутах наземного городского пассажирского транспорта;
- компоненты и комплексы автоматизированного информирования пассажиров:
 - информационные табло на остановках транспорта;
 - информационные табло, установленные внутри транспортных средств, осуществляющих пассажирские перевозки;
 - уличные инфоматы (информационные киоски);
 - подсистемы информирования через мобильные телефоны;
 - подсистемы информирования через радиовещание и телевидение;
 - подсистемы информирования в сети Интернет;
 - подсистемы информирования через сеть кооперативных ИТС (технология DSRC);

2) центры управления ИТС (АСУДД);

3) бортовые устройства транспортных средств (автомобильная ИТС-станция).

Видами передаваемой информации являются:

- видеопотоки данных с камер системы видеонаблюдения;
- фотокадры от аппаратуры фотовидеофиксации;
- данные с систем сбора информации метеомониторинга;
- данные от детекторов транспорта;
- голосовая информация отдельных элементов подсистем ИТС;
- данные, передаваемые по локальным вычислительным сетям от систем обработки и хранения информации и к ним;
- данные и файлы от АРМ-центров управления и периферийных устройств подсистем ИТС и поступающие к ним;
- сигналы от систем контроля доступа;
- сигналы от систем мониторинга состояния периферийного оборудования;
- данные и сигналы о состоянии средств и систем связи;
- данные обмена между различными центрами управления.

Дополнительно в кооперативных ИТС передаются:

- данные от автомобиля к автомобилю (V2V);
- данные от автомобиля в инфраструктуру (V2I);
- данные от инфраструктуры до автомобиля (I2V), см. рис. 80.

Телекоммуникационная архитектура ИТС, как правило, строится в Европе на базе ISO 21217:2010 «Интеллектуальные транспортные системы. Доступ к коммуникациям для наземных мобильных систем. Архитектура». Общее понимание телекоммуникационной структуры, построенной на базе данного документа, дает рис. 81.

Данная архитектура дает совсем общее понимание процесса, без сравнительного тестирования не ясно, какие условия связи наиболее оптимальны для решения конкретных задач. Часть задач лучше всего решать

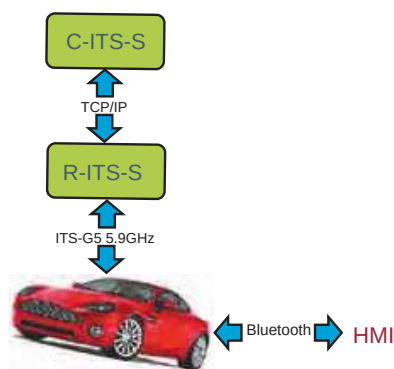


Рис. 80. Прохождение информации между центральной ИТС-станцией и бортовым устройством через человеко-машинный интерфейс (HMI)



Рис. 81. Общая телекоммуникационная архитектура ИТС



Рис. 82. Общая схема функциональных связей кооперативных ИТС

непосредственно в транспортном средстве, без взаимодействия с инфраструктурой или другими транспортными средствами; часть задач лучше реализовывать через имеющуюся инфраструктуру; и часть лучше выполнять между транспортными средствами, «общающимися» непосредственно друг с другом.

Общая схема функциональных связей кооперативных ИТС представлена на рис. 82.

На данном рисунке показаны участники взаимодействия и пути обмена информацией.

Взаимодействие в такой системе должно осуществляться в режиме «равный с равным» (peer-to-peer) или «главный — подчиненный» (master / slave communications), где «главный» назначается временно и через некоторое время опять становится «равным».

Для передачи данных и связи подсистем ИТС с внешними организациями используются стандартные интерфейсы Ethernet и протоколов DPT/GigabitEthernet/FastEthernet/Ethernet, IP/MPLS/VPN. Техническое решение передачи данных позволяет организовать перенос данных с иерархией скоростей в широком диапазоне.

На рис. 83 представлена референсная модель построения ИТС. Данная схема демонстрирует функциональные модули (мо-

дуль может быть одним устройством либо реализованным в нескольких устройствах), объединенные в телекоммуникационный блок, различные интерфейсы, используемые для связи внутри системы, а также связи с другими объектами ИТС.

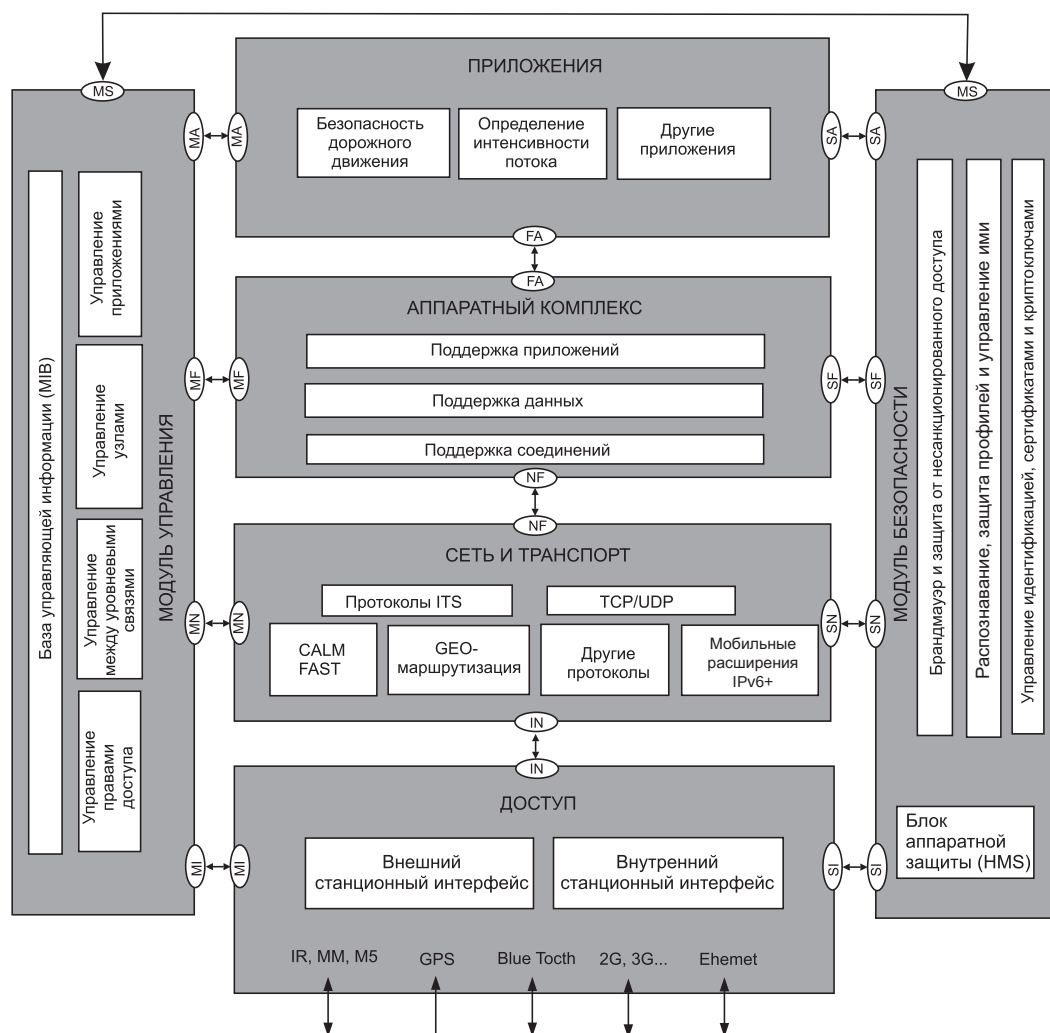


Рис. 83. Референсная модель построения ИТС

Телекоммуникационный блок управляется посредством MI-SAP (платформа компании SAP для связи мобильных устройств и программного обеспечения с ядром системы). SI-SAP занимается вопросами безопасности и будет использовать динамическую MAC-адресацию так же, как и специальные ограничения прав доступа. IN-SAP является интерфейсом к другим блокам ИТС.

Связь представлена широким набором беспроводных и проводных технологий. Множество разнообразных устройств из каждой подсистемы может быть связано в единую сеть. Это могут быть бортовые компьютеры, смартфоны, дорожные и центральные серверы и др.

Таким образом, архитектура допускает все виды взаимодействия, как в режиме «машина с машиной» (vehicle-to-vehicle ad-hoc networks), так и взаимодействие с дорожной инфраструктурой и любые другие возможные комбинации.

Виды интерфейсов

Интерфейсы модуля управления

- MI:
позволяет модулю управления взаимодействовать с уровнем доступа (соответствует 1-му и 2-му уровням модели OSI).
Примечание: этот интерфейс прежде был известен как M-SAP.
- MN:
позволяет модулю управления взаимодействовать с уровнем сети и транспорта (соответствует 3-му и 4-му уровням модели OSI).
Примечание: этот интерфейс прежде был известен как N-SAP.
- MF:
позволяет модулю управления взаимодействовать с аппаратным уровнем (соответствует 5–7-му уровням модели OSI).
Примечание: этот интерфейс прежде был известен как A-SAP.
- MA:
позволяет модулю управления взаимодействовать непосредственно с приложениями ITS-S.
- MS:
позволяет модулю управления взаимодействовать с модулем безопасности.

Интерфейсы модуля безопасности

- SI:
позволяет уровню безопасности взаимодействовать с уровнем доступа (соответствует 1-му и 2-му уровням модели OSI).
- SN:
позволяет уровню безопасности взаимодействовать с уровнем сети и транспорта (соответствует 3-му и 4-му уровням модели OSI).
- SF:
позволяет уровню безопасности взаимодействовать с аппаратным уровнем (соответствует 5–7-му уровням модели OSI).
- SA:
позволяет уровню безопасности взаимодействовать с приложениями ITS-S.

Интерфейс между уровнем доступа и уровнем сети и транспорта

- IN:
позволяет уровню сети и транспорта взаимодействовать с уровнем доступа.
Примечание: этот интерфейс прежде был известен как C-SAP.
- NF:
позволяет аппаратному уровню взаимодействовать с уровнем сети и транспорта.
Примечание: этот интерфейс прежде был известен как T-SAP.
- FA:
позволяет аппаратному уровню взаимодействовать с уровнем ITS-S-приложений. Обычно реализуется в виде API. Объединение интерфейсов IN, MI и SI реализует технологию Plug and Play, например в соответствии со спецификацией системы.

Помимо этого, при создании ИТС на автомобильных дорогах федерального значения предлагается руководствоваться основными международными телекоммуникационными стандартами в области интеллектуальных транспортных систем:

- ISO 17264:2009 «Интерфейсы автоматической идентификации транспортных средств и оборудования (AVI/AEI)»;
- ISO 17267:2009 «Системы транспортные интеллектуальные. Навигационные системы. Интерфейс прикладного программирования (API)»;
- ISO 17572 «Методы ссылок на местоположение (Location Referencing Methods (LRM)) в географических базах данных (БД)»;
- ISO 17933:2000 «Универсальный обмен электронными документами (GEDI)».

Согласно ISO 21217:2010 («Интеллектуальные транспортные системы. Доступ к коммуникациям для наземных мобильных систем. Архитектура»), ИТС состоит из подсистем: персональной, мобильной, дорожной и центральной. Аналогичная структура описана и в ETSI-EN-302-665.

Каждая подсистема в своей основе имеет принятую архитектуру ИТС, являющуюся базовой (см. рис. 84). Выделяется четыре основных блока:

- C-ITS-S (центральная ИТС-станция — станция, которая выполняет функции диспетчерского центра);
- V-ITS-S (дорожная ИТС-станция — станция, которая находится непосредственно на дороге);
- M-ITS-S (мобильная ИТС-станция — станция, которая находится в транспортном средстве);
- P-ITS-S (персональная ИТС-станция, мобильный телефон, смартфон).

Персональная подсистема показана на рис. 85. Данная подсистема представлена мобильными устройствами, такими как КПК, мобильные телефоны, ноутбуки и т. п., с возможностью подключения к ИТС различными способами (например, посредством сотовой связи, Bluetooth или Wi-Fi).

На рис. 86 представлена мобильная подсистема, состоящая из бортовых (автомобильных) устройств. Бортовые устройства — это узел коммутации, шлюз и маршрутизатор. Пассажир, находящийся в транспортном средстве, может использовать для подключения к сети мобильной подсистемы свой смартфон, планшет и т. п., который во время сеанса связи становится частью ИТС.

Мобильная подсистема работает, по сути, в двух режимах:

- «автомобиль — дорожная инфраструктура»;
- «автомобиль — автомобиль».

Взаимодействие «автомобиль — дорожная инфраструктура»

Для обеспечения работы ИТС необходимо обеспечить коммуникацию между автомобилем и дорожной инфраструктурой. Для полноценного функционирования как можно большего количества ИТС-служб необходимо оборудовать транспортные средства несколькими системами связи, поддерживающими один или более беспроводных интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие между транспортным средством и инфраструктурой.

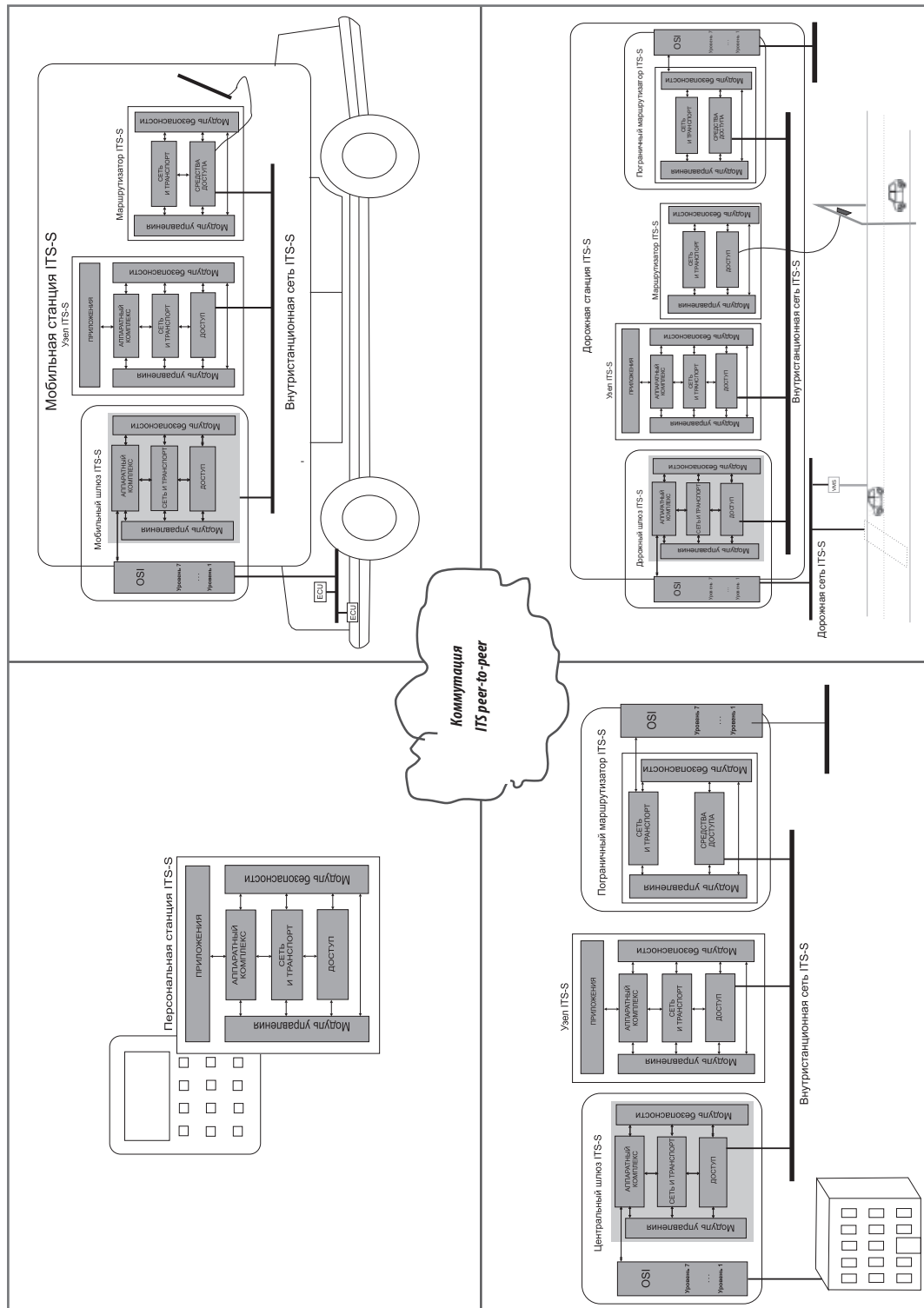


Рис. 84. Основные телекоммуникационные модули (подсистемы) архитектуры ИТС. ISO 21217:2010

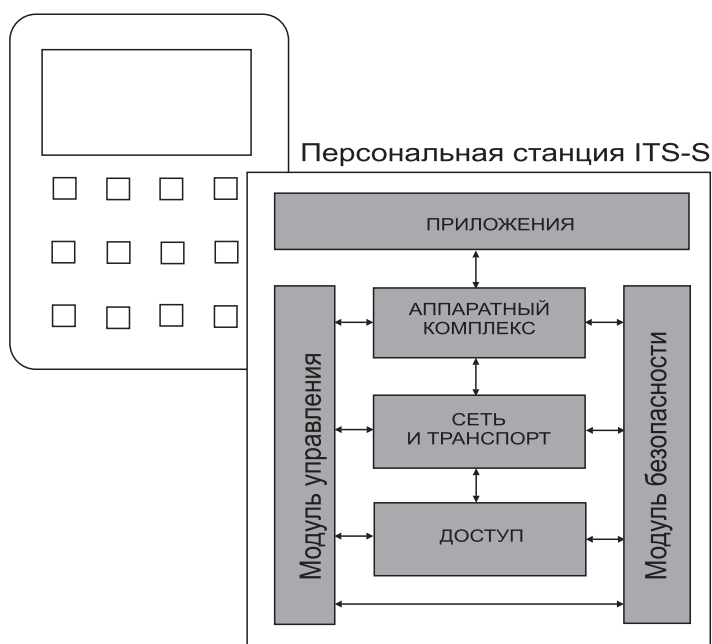


Рис. 85. Телекоммуникационный модуль (подсистема) «Персональная станция». ISO 21217:2010

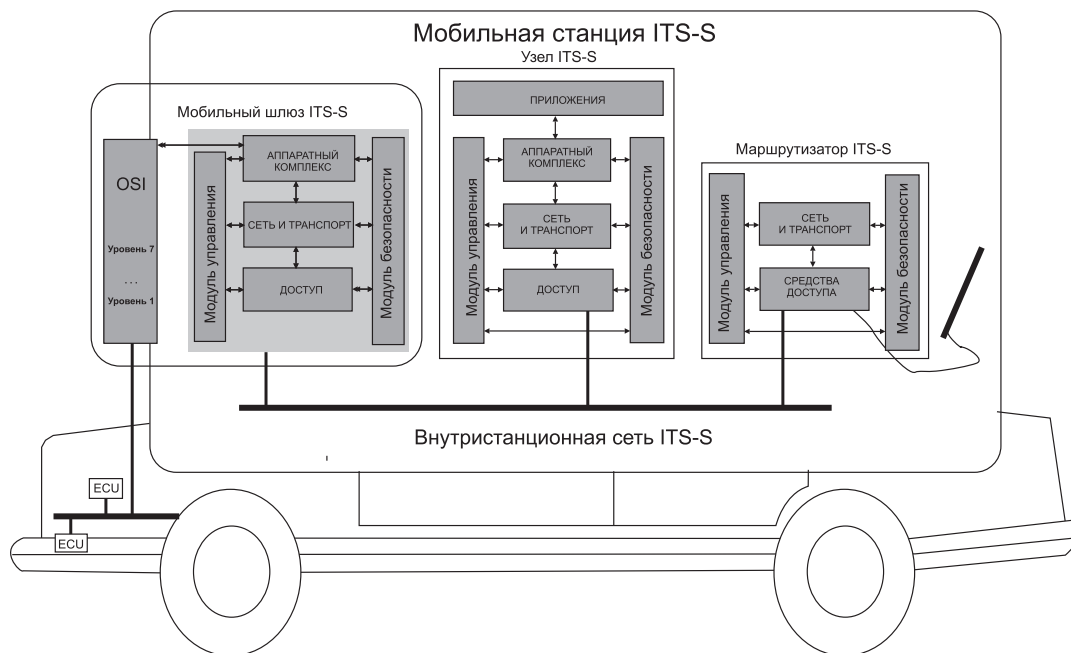


Рис. 86. Телекоммуникационный модуль (подсистема) «Мобильная станция». ISO 21217:2010

Автомобиль — окружающая среда

Поток данных от инфраструктуры на борт автомобиля

1. Предупреждение об авариях.
2. Информация о пересечении дороги животными.
3. Адаптивное управление трансмиссией — при взаимодействии с дорожной инфраструктурой.
4. Управление переключением света автомобиля.
5. Помощь водителю при наличии «слепых зон» (перекрестки и др.).
6. Предупреждение о требуемых (рекомендованных) скоростях.
7. Предоставление права преимущественного проезда автомобилям экстренных служб.
8. Видеосъемка движения автомобилей экстренных служб.
9. Внешнее ограничение скорости.
10. Предупреждение о тумане.
11. Предупреждение об обледенелом мосте.
12. Предупреждение о гололеде на дороге.
13. GNSS-коррекция.
14. Предупреждения о движении на опасном участке.
15. Предупреждающая информация на пересечениях с железной дорогой.
16. Выявление иностранного транспорта и управление им в целях безопасности.
17. Интеллектуальное управление съездами на развязках.
18. Интеллектуальное светофорное регулирование.
19. Система предупреждения о возможном столкновении на перекрестке.
20. Предостережения.
21. Система помощи при повороте налево.
22. Предупреждение об ограничении допустимой высоты ТС.
23. Предупреждение об отсутствии мест на парковке.
24. Помощь при слиянии транспортных потоков.
25. Трансляция сигналов изменяемых дорожных знаков на борт автомобиля.
26. Информация от пешеходных переходов.
27. Управление автомобилем для предотвращения столкновений на пешеходных переходах.
28. Предупреждение о возможности появления пешеходов на проезжей части.
29. Предупреждение об авариях.
30. Предупреждение на железнодорожных переездах.
31. Специальные маяки.
32. Система помощи при повороте направо.
33. Предупреждение о состоянии дороги.
34. Предупреждение о возможном перевороте автомобиля (уклон, ветер и др.).
35. Предупреждение о школьном автобусе.
36. Предупреждение о школе.
37. Дублирование дорожных знаков на дисплее автомобиля.
38. SOS-сервисы.

40. Рекомендации по выбору скорости.
41. Управление скоростными ограничениями.
42. Система помощи при начале движения от стоп-линии.
43. Предупреждение о знаке «Стоп».
44. Система предупреждения о сигнале светофора.
45. Предупреждение о несоблюдении предписанного сигналом светофора режима движения.
46. Мониторинг общественного пассажирского транспорта.
47. Предупреждение о проведении дорожных работ.
48. Предупреждение водителя о въезде на закрытую территорию.

Поток данных «автомобиль — дорожная инфраструктура»

1. Автоматическое сообщение об аварии.
2. Предупреждение о «слепых зонах».
3. eCall (ЭРА ГЛОНАСС).
4. Нанесение на карту и предупреждение о ДТП.
5. Автоматическая световая сигнализация.
6. Автоматическое сообщение об аварии.
7. Предотвращение столкновений на перекрестках.
8. Данные наблюдения за автомобилем.
9. SOS-службы.
10. Бортовая система предупреждения.

Дорожная среда — автомобиль: коммерческие службы

Поток данных от инфраструктуры к автомобилю

1. Прохождение таможенного оформления.
2. Система платежей.
3. Захват и передача данных с тахографов.
4. Контроль законности управления автомобилем водителем.
5. Прохождение таможенного оформления.
6. Предоставление дополнительной дорожной информации и навигация.
7. Предоставление информационно-развлекательной информации.
8. Интернет в автомобиле.
9. Мгновенные сообщения.
10. Предоставление данных об автомобиле для сервисных станций.
11. Предоставление информации о рекомендуемой скорости для обеспечения экономии топлива.
12. Навигация по выбору парковочного места.
13. Бесконтактная система сбора платежей.
14. Сопровождение прокатных автомобилей.
15. Автоматический выбор маршрута при помощи спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS.
16. Расчет расхода топлива.

17. Передача данных для коммерческого транспорта.
18. Контроль выбросов отработанных газов.
19. Закачка видео.
20. Справочник «Желтые страницы» (через интернет).

Поток данных от автомобиля к инфраструктуре

1. Оперативный запрос на устранение неисправностей.
Диагностика в транспортном средстве может идентифицировать операционные сбои и использовать линию связи ИТС для обновлений программного обеспечения в режиме реального времени.

Взаимодействие «автомобиль — автомобиль»

Задачи обеспечения безопасности дорожного движения, решаемые ИТС при взаимодействии «автомобиль — автомобиль»

1. Приближение автомобиля экстренных служб (передача «автомобиль — автомобиль»).
2. Предупреждения в «слепых зонах» видимости.
3. Помощь в местах с плохой видимостью.
4. Система круиз-контроля для группы автомобилей.
5. Система предупреждения об авариях для группы автомобилей.
6. Система снижения ослепления при встречном разъезде.
7. Система «Интеллектуальная магистраль» — на базе дорожной инфраструктуры.
8. Система предупреждения о недопустимой скорости в повороте.
9. Система помощи на пересечении дорог с автомагистралью.
10. Система помощи при перестроениях.
11. Система помощи при повороте налево, установленная в автомобиле.
12. Система помощи при пересечениях транспортных потоков.
13. Система «Интеллектуальная магистраль» — на базе автомобилей.
14. Система предупреждения о возможности столкновения.
15. Система оповещения об аварии.
16. Система помощи выполнения правого поворота.
17. Система предупреждения о неудовлетворительном состоянии дорожного покрытия.
18. Система предупреждения о трудных участках дороги (препятствия, трудный рельеф).
19. SOS-службы.
20. Система помощи при начале движения от стоп-линии.
21. Система экстренных предупреждений.
22. Системы помощи в условиях недостаточной видимости.

Взаимодействие «автомобиль — автомобиль» активно могут применять различные коммерческие службы. Такие службы могут включать оптимизацию маршрута, обмен информацией между водителями и верификацию информации управления транспортными потоками.

Дорожная подсистема представлена на рис. 87. Основу ее составляют дорожные шлюзы, узлы, маршрутизаторы и пограничные маршрутизаторы, обеспечивающие связь с различными дорожными компонентами ИТС (контроллеры, детекторы, видеокамеры, табло и знаки переменной информации АДМС и т. п.).

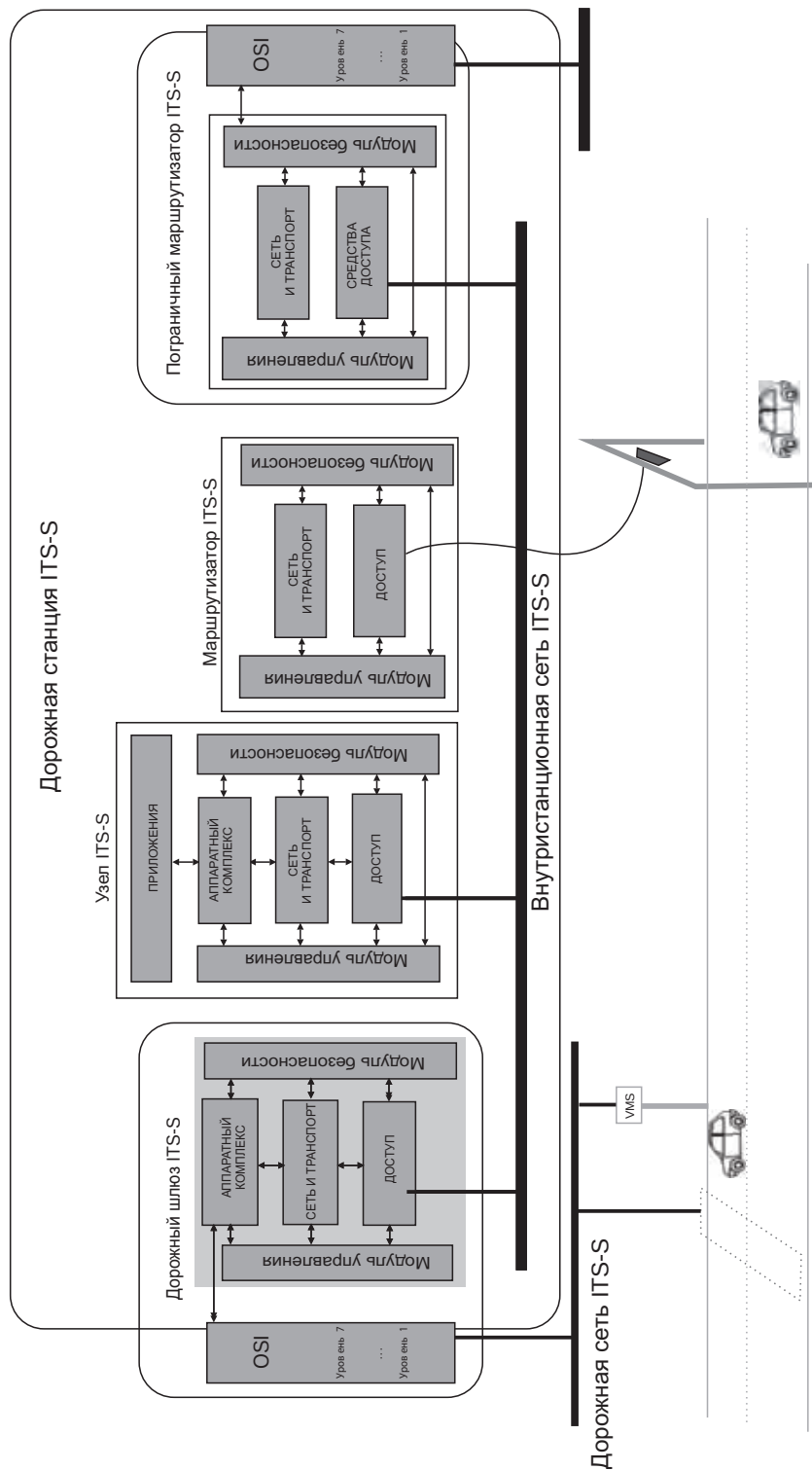


Рис. 87. Телекоммуникационный модуль (подсистема) «Дорожная станция»

Инфраструктура телекоммуникационного модуля «Дорожная станция» описывает услуги ИТС, предоставляемые водителю по беспроводным каналам связи. Такие системы могут управлять потоками транспорта, а также перенаправлять их.

Данные системы подачи информации инфраструктурой реализованы с использованием медных и оптоволоконных линий связи, имеющих общие универсальные стандарты.

В этой области существует две тенденции.

Первая тенденция — использование беспроводной связи для коммуникации. Стандарты радиосвязи совпадают с теми, которые используются по общедоступным сетям.

В управлении транспортными потоками все больше и больше используют специализированные подсистемы, которые собирают информацию об экологической обстановке, а также в некоторых случаях с отдаленных датчиков транспортного потока. Такой сбор информации, как правило, обеспечивается сотовой связью.

Вторая тенденция — применение мобильного оборудования с использованием беспроводной связи. В настоящее время это реализовано с использованием GPRS или 3G, 4G GSM, но только для инфраструктуры, в которой допускается квазинепрерывная связь с транспортными средствами.

Функции, реализуемые в телекоммуникационном модуле «Дорожная станция»:

- 1) система контроля состояния транспортного потока;
- 2) система обнаружения угнанных автомобилей;
- 3) система контроля коммерческого транспорта;
- 4) система электронных сервисов для коммерческого транспорта;
- 5) распределение информации в центре управления;
- 6) система перенаправления транспортных потоков;
- 7) архивирование данных;
- 8) хранение данных;
- 9) определение возникновения ДТП;
- 10) электронная система оплаты;
- 11) системы управления в экстренных ситуациях;
- 12) принуждение к соблюдению правил;
- 13) управление парком грузового транспорта;
- 14) управление магистралями и шоссе;
- 15) мониторинг и управление транспортировкой опасных грузов;
- 16) управление перевозкой негабаритных грузов;
- 17) управление содержанием магистралей;
- 18) системы управления в случае ДТП;
- 19) система управления грузовыми терминалами;
- 20) система управления парковками;
- 21) управление дорогами с реверсивной полосой;
- 22) система информирования о приближении к месту ДТП;
- 23) предоставление преимущества специальному транспорту;
- 24) информация о состоянии улиц;
- 25) распределение дорожной информации;
- 26) мониторинг состояния транспортных потоков;

- 27) система управления транзитными потоками;
- 28) маршрутное ориентирование — на базе инфраструктуры;
- 29) мониторинг состояния погоды и окружающей среды;
- 30) управление дорожным движением в местах проведения дорожных работ.

Центральная подсистема, также состоящая из шлюза, узла коммутации и пограничных маршрутизаторов, объединенных внутристанционной сетью, представлена на рис. 88.

Каждому приложению ИТС соответствуют свои коммуникационные требования. Соответственно, способы их реализации различны. Например:

- приложения безопасности дорожного движения требуют высокой надежности, быстродействия и работы в реальном режиме времени;
- приложения, отвечающие за комфорт и эффективность трафика, имеют более низкие требования к задержкам по времени;
- голосовые и видеоприложения имеют менее высокие требования по надежности.

Некоторые приложения требуют применения нескольких беспроводных технологий для обеспечения полной функциональности, в то время как другие требуют применения только одной.

Каждая технология доступа разрабатывалась для определенных целей и является лучшей именно в своей области. Такие сети передачи данных, как Wi-Fi и WiMAX, созданы для высокоскоростных интернет-приложений и, соответственно, обеспечивают высокую скорость и надежность, но не в режиме реального времени. Радиосистемы DSRC поддерживают специфические приложения и используются в определенных для них условиях (мы подробно это рассмотрели ранее).

Если какая-либо из современных беспроводных технологий обеспечивает более высокую достоверность передачи данных, надо понимать, что с возрастанием надежности возрастают и временные задержки.

Очевидно, что не существует единственной универсальной технологии. Выбор способа связи всегда должен соответствовать требованиям приложений и окружающей среды. По этой причине необходима разработка интегрированного решения, включающего в себя различные телекоммуникационные системы и скрывающего их разнородность. Такая коммуникационная платформа должна обеспечивать не только функциональность нижнего уровня для различных радиосистем, но и управление переходом из одной технологии в другую в изменяющихся условиях мобильной среды.

7.5.5. Нормативные документы

Формирование стандартов связи подсистем ИТС — важная составляющая организации и повышения безопасности транспортных потоков и пассажироперевозок.

Оборудование на базе DSRC использует стандартизованный протокол IEEE 1609, отвечающий за канальный и более высокие уровни, включая уровень безопасности соединений, а семейство протоколов IEEE 802.11p описывает физический уровень.

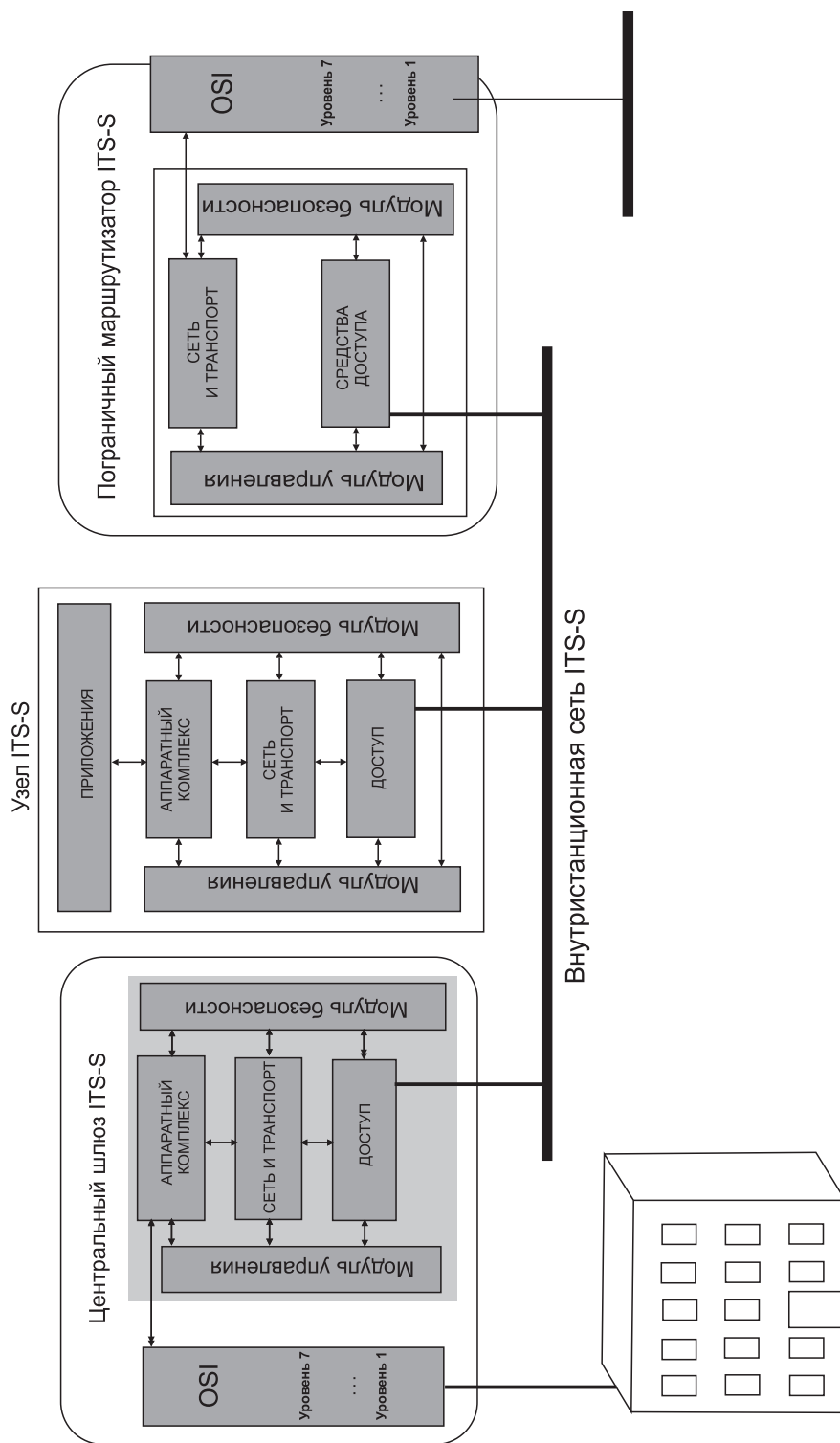


Рис. 88. Телекоммуникационный модуль (подсистема) «Центральная подсистема»

Очевидно, что кооперативные системы не смогут открыть свой потенциал, если не будет оперативно разработан и внедрен целый блок документов, регламентирующих их деятельность хотя бы на первых этапах внедрения, прежде всего это универсальные спецификации. По предварительным оценкам, в минимальный набор должно войти порядка 80 стандартов.

Нужно отметить, что для нужд Европы несколько организаций занимаются проработкой данных вопросов, основные из них:

- CEN (фр. Comité Européen de Normalisation — Европейский комитет по стандартизации);
- ETSI (European Telecommunications Standard Institute — Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций);
- CENELEC (фр. Comité Européen de Normalisation Electrotechnique — Европейский комитет электротехнической стандартизации, отвечающий за европейские стандарты в области электротехники);
- ISO (International Organization for Standardization — Международная организация по стандартизации).

Последние версии документов в области стандартизации ИТС можно найти на следующих электронных ресурсах:

- <http://its-standards.info>;
- <http://www.itsstandards.eu>;
- <http://its-standards.info>;
- <http://calm.its-standards.info>;
- <http://coopsys.its-standards.info>;
- <http://pt1601.its-standards.info>;
- <http://stf455.its-testing.org>.

Стандарты утверждаются на основании принятых международных правил. Работы по стандартизации в области интеллектуальных транспортных систем проводятся рабочими группами (Working Group — WG) в специальных технических комитетах (Technical Committee — TC) указанных международных организаций.

В данной области между ISO и CEN создана совместная группа (CEN TC278 WG16 и ISO TK204 WG18). Был разработан серьезный пакет нормативных документов (см. табл. 16).

Таблица 16

**Разработанные стандарты ISO в области кооперативных ИТС
(по состоянию дел на 20 января 2015 г.)**

№ п/п	Номер стандарта ISO	Название на английском языке
1	ISO/PRF TR 17424	Intelligent transport systems — Cooperative systems — State of the art of Local Dynamic Maps concepts
2	ISO/NP TS 17425	Intelligent transport systems — Cooperative systems — Data exchange specification for in-vehicle presentation of external road and traffic related data

Продолжение табл. 16

№ п/п	Номер стандарта ISO	Название на английском языке
3	ISO/CD TS 17426	Intelligent transport systems — Cooperative systems — Contextual speeds
4	ISO/TS 17427:2014	Intelligent transport systems — Cooperative systems — Roles and responsibilities in the context of cooperative ITS based on architecture (s) for cooperative systems
5	ISO/NP 17427-1	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 1: Roles and responsibilities in the context of co-operative ITS architecture (s)
6	ISO/DTR 17427-2	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 2: Framework Overview
7	ISO/DTR 17427-3	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 3: Concept of operations (ConOps) for 'core' systems
8	ISO/DTR 17427-4	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 4: Minimum system requirements and behaviour for core systems
9	ISO/CD TR 17427-5	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 5: Effective approaches to security
10	ISO/DTR 17427-6	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 6: 'Core system' risk assessment methodology
11	ISO/DTR 17427-7	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 7: Privacy aspects
12	ISO/DTR 17427-8	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 8: Liability aspects
13	ISO/DTR 17427-9	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 9: Compliance and enforcement aspects
14	ISO/DTR 17427-10	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 10: Driver distraction and information display
15	ISO/CD TR 17427-11	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 11: Compliance and enforcement aspects
16	ISO/CD TR 17427-12	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 12: Release processes
17	ISO/CD TR 17427-13	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 13: Use case test cases
18	ISO/CD TR 17427-14	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 14: Maintenance requirements and processes
19	ISO/NP TS 17429	Intelligent transport systems — Cooperative systems — Profiles for processing and transfer of information between ITS stations for applications related to transport infrastructure management, control and guidance
20	ISO/TR 17465-1:2014	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 1: Terms and definitions
21	ISO/DTR 17465-2	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 1: Terms and definitions
22	ISO/DTR 17465-3	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 3: Release procedures for standards documents
23	ISO/PRF TS 18750	Intelligent transport systems — Cooperative systems — Definition of a global concept for Local Dynamic Maps

Окончание табл. 16

№ п/п	Номер стандарта ISO	Название на английском языке
24	ISO/AWITS 19091	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Using V2I and I2V communications for applications related to signalized intersections
25	ISO/PRF TS 19321	Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Dictionary of in-vehicle information (IVI) data structures

Важно, что в данный пакет входит стандарт ISO/TR 17465–1:2014 Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Part 1: Terms and definitions («Интеллектуальные транспортные системы. Кооперативные ИТС. Часть 1. Термины и определения»).

ETSI и CEN также сотрудничают в ряде областей, где есть общие интересы (в том числе в области кооперативных ИТС). Была создана также координационная группа (ITS-CG).

Все это сотрудничество позволяет обеспечить оптимальное использование имеющихся ресурсов и опыта в этих организациях.

В 2009 г. Европейская комиссия направила официальный запрос в адрес CEN и ETSI с просьбой подготовить согласованный пакет стандартов, технических условий и руководящих принципов для внедрения и поддержки работоспособности кооперативных интеллектуальных транспортных систем по всей Европе.

2014 г. стал в этом отношении поворотным: представители CEN и ETSI сообщили, что основной пакет стандартов на кооперативные интеллектуальные транспортные системы (C-ITS) был благополучно утвержден и опубликован (см. табл. 17).

Таблица 17

**Разработанные стандарты ETSI в области кооперативных ИТС
(по состоянию дел на 1 декабря 2014 г.)**

		Название на английском языке
1	ETSI TR 101 607 V1.1.1 (2013–05)	Intelligent Transport Systems (ITS); Cooperative ITS (C-ITS); Release 1
2	TS 101 539–1 Ver. 1.1.1	Intelligent Transport Systems (ITS); V2X Applications; Part 1: Road Hazard Signalling (RHS) application requirements specification
3	TS 101 539–3 Ver. 1.1.1	Intelligent Transport Systems (ITS); V2X Applications; Part 3: Longitudinal Collision Risk Warning (LCRW) application requirements specification
4	TR 102 698 Ver. 1.1.2	Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; C2C-CC Demonstrator 2008; Use Cases and Technical Specifications

Россия также включилась в работу по созданию собственной интеллектуальной транспортной системы: при Госстандарте России создан технический комитет 57 (ТК 57) «Интеллектуальные транспортные системы». Комитет создан приказом Госстандарта России от 22 июля 2011 г. № 3821 с целью реализации Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», повышения эффективности работ по национальной,

региональной и международной стандартизации в области интеллектуальных транспортных систем».

В состав ТК 57 входит подкомитет № 3 «Бортовые интеллектуальные системы автомобилей. Кооперативные системы».

В части непосредственно технологии DSRC существует отдельный блок нормативно-правовых документов, разработанных ISO, CEN и ETSI.

7.5.6. Основные проблемы внедрения

1. Психологический фактор

Человеку трудно решиться доверить свою жизнь искусственному интеллекту, особенно на начальном этапе внедрения неизвестных и не особо понятных ему технологий. Для принятия данного решения ему нужны веские основания.

Хотя оптимисты приводят разумный пример — авиацию, где взлетом и посадкой воздушного судна часто занимаются именно автоматизированные системы, а это воспринимается сейчас уже как должное. У пассажиров воздушного судна не вызывает паники факт, что их судном управляет автопилот.

2. Формирование критической массы пользователей услугами кооперативных ИТС

Не до конца ясно, что будет на автомобильных дорогах, когда одновременно участниками дорожного движения будут «обычные» автомобили, управляемые человеком, и некие автомашины-роботы/полуроботы.

Ведь для реализации даже простейших сценариев необходимо, чтобы минимум 10% автопарка имели беспроводные модули. А оптимальная доля — это порядка 80%. Простые расчеты показывают, что, если человечество будет на все без исключения новые автомобили устанавливать данные системы, на достижение 10-процентного барьера уйдет порядка двух лет. В реальности, конечно, срок будет значительно больше.

Ситуацию омрачают также перемещающиеся по той же дороге «непродвинутые» мотоциклисты, обладатели мопедов, конных повозок и велосипедов.

3. Значительные финансовые вложения

Нужно также учесть, что далеко не все транспортные средства оснащены навигацией и системами стабилизации, без которых технологии кооперативных ИТС в значительной степени бесполезны.

Цена вопроса также имеет значение. Пока установка полного комплекта V2V обойдется в дополнительные 300 евро к стоимости автомобиля, хотя понятно, что при массовом внедрении цена оборудования резко упадет.

Помимо этого, нельзя забывать и о необходимости серьезной модернизации придорожной телекоммуникационной инфраструктуры.

В настоящий момент в процессе разработки ИТС необходимо учитывать — прежде всего при создании магистральных линий связи, систем электроснабжения и при проработке мест дислокации антенно-мачтовых устройств — возможность внедрения кооперативных систем.

4. Частотные ресурсы

Как уже было сказано ранее, с выходом постановления ГПЧ за № 11–11–01–2 возможность выделения необходимого частотного ресурса в России значительно упростилась, однако требование по получению для придорожных РЭС разрешения об их электромагнитной совместимости осталось. На первый взгляд, сложности внедрения почти исчезли, однако на практике все не так просто. Получить данное положительное заключение в районах, прилегающих к крупным городам, где наибольшая интенсивность параметров дорожного движения, а особенно там, где относительно близко находятся аэропорты, практически невозможно.

Реалии жизни таковы, что полосы радиочастот 5150–5350 МГц и 5650–6425 МГц используются на территории Российской Федерации системами фиксированного беспроводного радиодоступа, радиорелейными линиями связи и земными станциями спутниковой связи. Активное назначение радиочастот в данных полосах для систем фиксированного беспроводного радиодоступа началось с 2005 г. Естественно, основными местами размещения радиоэлектронных средств являются крупные города и примыкающие к ним территории. Следствием этого являются сложная электромагнитная обстановка на данных территориях и фактически отсутствие свободного радиочастотного ресурса. Так что «кто первый встал, того и тапки». Предстоит серьезная борьба между владельцами частотного ресурса, и не только в России, но и по всему миру.

5. Унификация и интеграция

Законодательством каждой страны отдельно сейчас регламентируются правила эксплуатации самих устройств DSRC, их мощность, распределение частотного диапазона, мощность передатчика и другие характерные особенности.

6. Безопасность, конфиденциальность и приватность

Не проработаны решения в части изучения влияния помех (например, нелегальных Wi-Fi-устройств) на работу кооперативных ИТС.

Пока не сняты опасения, что злоумышленники могут получить данные с помощью технологий кооперативных ИТС о перемещении конкретных физических лиц (водителей). В серьезной проработке нуждаются и вопросы приватности и защиты системы от преднамеренных манипуляций с информацией.

7. Техническая осуществимость

Технических проблем очень много, самые яркие из них:

- отсутствие стандартов прикладного уровня (пока разработаны только стандарты нижних уровней);
- при большом скоплении связанных автомобилей имеет место лавинообразное нарастание количества исходных данных для анализа, что приводит к ошибкам и медлительности работы бортовых устройств;
- до конца не проработаны способы эффективной фильтрации данных без ущерба базовым сценариям управления;
- необходимо провести сравнительный анализ мобильных телекоммуникационных технологий доступа и выявления их преимуществ и недостатков для работы различных приложений кооперативных ИТС, адаптированных к региональным условиям.

Проблем, безусловно, много, но их придется постепенно решать — другого пути нет.

7.5.7. Оценка эффективности

Данные по оценке эффективности внедрения кооперативных ИТС в процентном соотношении пока серьезно разнятся. Например, Министерство транспорта США (United States Department of Transportation, DOT) и Национальная администрация безопасности дорожного движения США (NHTSA) выпустили предварительное уведомление о предлагаемой нормотворческой деятельности и комплексный исследовательский отчет о технологии связи в автомобиле.

Доклад включает в себя предварительные оценки преимуществ безопасности, которые показывают два приложения безопасности (информация о безопасном левом повороте (LTA) и информация о возможности безопасного проезда нерегулируемого перекрестка (IMA)). Только внедрение этих двух приложений, согласно исследованиям, может предотвратить до 592 тыс. аварий и сохранить 1083 жизни в год. Помимо этого, в докладе говорится, что, предоставляя заблаговременное предупреждение, технология V2V может помочь водителям избежать более половины этих типов аварий, которые могли бы произойти, а также о том, что если технология V2V будет широко развернута, то она позволит предупреждать водителей заблаговременно о 76 % потенциальных столкновений транспортных средств.

Исследование, проведенное Austroads и Центром исследования дорожно-транспортных происшествий при Университете Монаша (MUARC, Австралия), свидетельствует, что кооперативные ИТС могут обеспечить снижение серьезных дорожно-транспортных происшествий на 25–35 %.

Наверное, как всегда, истина где-то рядом. Практика покажет, кто был прав. Однако уже сейчас можно довольно обоснованно сформулировать преимущества кооперативных ИТС (см. табл. 18).

Таблица 18

Описание преимуществ кооперативных ИТС

Область	Преимущества
Водители	Повышение безопасности движения Экономия страховых премий Экономия времени (устранение заторов) Улучшение топливной экономичности Повышение удобства вождения
Автомобильная промышленность	Повышение безопасности продукции Большие объемы производства Содействие в обеспечении населения мобильными сервисами Улучшение взаимодействия с клиентами Улучшение информирования водителей Больше данных, полученных от связей «автомобиль — инфраструктура» Коммерческая выгода от сбора данных

Окончание табл. 18

Область	Преимущества
Дорожные структуры	Снижение количества аварий и ЧП Более квалифицированное и эффективное информирование и управление дорожным движением Повышение производительности труда (например, дорожных рабочих) за счет сокращения времени отсутствия Мониторинг состояния дорог (износ, повреждения покрытия и т.д.) Снижение стоимости сбора информации о дорожном движении Оптимизация пропускной способности дороги Улучшение информирования водителей Потенциальная возможность изменить (уменьшить) количество периферийного придорожного оборудования ИТС (например, датчиков и видеокамер)
Коммерческая составляющая / Операторы дорог	Улучшение дизайна инфраструктуры Повышение безопасности со стороны пользователей Повышение удобства пользования Снижение стоимости эксплуатации и технического обслуживания инфраструктуры Снижение экологического и энергетического влияния
Администрации населенных пунктов	Более безопасное движение в городах и на автомагистралях Снижение количества заторовых ситуаций Повышение экологичности дорожного движения Мониторинг состояния дорог (износ, повреждения покрытия и т.д.) Снижение стоимости сбора информации о дорожном движении Оптимизация пропускной способности дороги Улучшение информирования водителей Потенциальная возможность изменить (уменьшить) количество периферийного придорожного оборудования ИТС (например, датчиков и видеокамер)

8. Выводы и итоговые размышления

Пока видится начало очередного витка стратегического отставания России в области ИТС. На данный момент на практике мы внедряем ИТС третьего поколения, лишь иногда, в отдельных проектах, приближаемся к системе четвертого поколения.

Россия в самое ближайшее время должна быть готова к приходу транспортных средств, оборудованных элементами кооперативных ИТС. Мало того, мы должны уже сейчас создавать инфраструктуру для кооперативных ИТС.

Остро стоит задача разработки стратегического плана развития кооперативных ИТС в России, который определит ряд задач, которые будут осуществляться минимум в таких областях, как:

- требования к политике;
- международные и национальные усилия в продвижении;
- технические требования;
- требования к развертыванию платформы;
- испытания и демонстрации;
- сбыт услуг и сервисов;
- коммуникации.

Успех внедрения кооперативных ИТС в значительной степени будет зависеть от уровня технической готовности, вклада страны в решение международных проблем, стоящих на повестке дня, степени готовности специалистов и наличия у них соответствующего опыта внедрения, а также предлагаемых финансовых ресурсов, осваиваемых на основе эффективного руководства и управления.

Важны также объемы и темпы внедрения, эффективное разворачивание коммуникации и грамотное стимулирование потребителей принять эту новую технологию.

И все же, несмотря на все трудности, автор глубоко убежден, что внедрение кооперативных систем — дело очень нужное, важное и своевременное.

Это нужно не только рядовому автомобилисту (с точки зрения значительного снижения риска попасть в аварийную ситуацию), но и всему государству.

Согласно информации из Всемирного доклада о предотвращении ДТП (2009), «каждый год в ДТП погибают около 1,2 млн человек и около 20–50 млн получают травмы и становятся инвалидами <...>. Ущерб от ДТП составляет 1–1,5 % объема ВВП в странах с низким и средним уровнем дохода и 2 % объема ВВП в странах с высоким уровнем дохода».

Несмотря на то, что Россия не относится к странам с высоким уровнем дохода, ущерб от ДТП в ней равен 2 % объема ВВП. И это не считая потерь из-за ежедневных пробок и убытков из-за сожженного впустую топлива.

Главный принцип при решении задачи, нужна ли данная система или нет, простой: приносит она в этот мир хоть немного радости или нет? Спасет ли она хоть одного человека? Поможет ли она в трудную минуту?

Безопасность имеет первостепенное значение, и спасение жизней должно быть приоритетной задачей.

Автор просит принимать решения исходя из вышесказанного как в области ИТС, так и по другим жизненным вопросам.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 26 июня 2009 г. № 145 «О государственной компании “Российские автомобильные дороги” и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях» (с изм. и доп., вступающими в силу с 1 января 2013 г.).
3. Стратегия национальной безопасности РФ до 2020 г. (утв. Указом Президента России от 12 мая 2009 г. № 537).
4. Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 23 июля 2013 г.).
5. Федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (с изм. и доп., вступающими в силу с 5 ноября 2013 г.).
6. Федеральный закон от 14 февраля 2009 г. № 22-ФЗ «О навигационной деятельности».
7. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р).
8. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р).
9. Распоряжение Правительства РФ от 30 июля 2010 г. № 1285-р (ред. от 2 августа 2011 г.) «Об утверждении Комплексной программы обеспечения безопасности населения на транспорте».
10. ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы».
11. ГОСТ Р 56294–2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем».
12. ГОСТ 24.104–85 «Автоматизированные системы управления».
13. ГОСТ 24.501–82 «Автоматизированные системы управления дорожным движением. Общие требования».
14. ГОСТ 24.701–86 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения».
15. ГОСТ 34.003–90 «Автоматизированные системы. Термины и определения».
16. ГОСТ 34.201–89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем».
17. ГОСТ 34.401–90 «Средства технические периферийные автоматизированных систем дорожного движения».
18. ГОСТ 34.601–90 «Автоматизированные системы. Стадии создания».
19. ГОСТ 34.602–89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы».
20. ГОСТ 34.603–92 «Виды испытаний автоматизированных систем».
21. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288–2005 «Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем».
22. ГОСТ 34.201–89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем».
23. ГОСТ 34.601–90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».

24. ГОСТ 34.602–89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».
25. ГОСТ 34.603–92 «Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем».
26. ГОСТ Р 50597–93 «Автомобильные дороги и улицы требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
27. ГОСТ 52766–2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования».
28. ГОСТ 34.003–90 «Автоматизированные системы. Термины и определения».
29. ISO 21217:2010 «Интеллектуальные транспортные системы. Доступ к коммуникациям для наземных мобильных систем. Архитектура».
30. ISO 17264:2009 «Интерфейсы автоматической идентификации транспортных средств и оборудования (AVI/AEI)».
31. ISO 17267:2009 «Системы транспортные интеллектуальные. Навигационные системы. Интерфейс прикладного программирования (API)».
32. ISO 24531:2007 Intelligent transport systems — System architecture, taxonomy and terminology — Using XML in ITS standards, data registries and data dictionaries.
33. ОДМ «Рекомендации по структуре и элементам подсистем интеллектуальных транспортных систем, используемых на сети федеральных автомобильных дорог».
34. СТО АВТОДОР 8.2–2013 «Элементы интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах Государственной компании».
35. СТО АВТОДОР 8.3–2013 «Технические и организационные требования к системам связи и передачи данных на автодорогах Государственной компании “Российские автомобильные дороги”».
36. СТО АВТОДОР 8.4–2013 «Требования к проектной документации и типовым разделам технических заданий на строительство систем связи и передачи данных на автодорогах Государственной компании “Российские автомобильные дороги”».
37. СТО АВТОДОР 8.5–2013 «Технические и организационные требования к телекоммуникационным сервисам Государственной компании “Российские автомобильные дороги”».
38. Автоматизация управления транспортными системами / А. П. Артынов, В. Н. Ембулаев, А. В. Пупышев, В. В. Скалецкий; отв. ред. А. А. Воронов. — М., 1984. — 272 с.
39. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения : справочник / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др.; пер. с англ. — М., 1981. — 592 с.
40. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения : учебник для вузов. — М. : Транспорт, 1993. — 271 с.
41. Беляев, Э. И., Макарова, И. В., Хабибуллин, Р. Г. Применение современных методов оптимизации транспортной системы // Инновации в науке : материалы науч.-практ. конф. / под ред. Я. А. Полонского. — Новосибирск : Сибирская ассоциация консультантов, 2012. — 110 с.
42. Бахирев, И. А. // Транспортное строительство. — 2008. — № 10. — С. 2–5.
43. Власов, В. М., Жанказиев, С. В., Мактак, Б. Я., Тур, А. А. DSRC-радиосвязь ближнего действия в интеллектуальной транспортной среде // Вестник ГЛОНАСС. — 2013. — № 4 (15).
44. Власов, В. М., Жанказиев, С. В., Николаев, А. Б., Приходько, В. М. Телематика на автомобильном транспорте. — М. : МАДИ, 2003. — 173 с.
45. Временные методические указания по определению экономической эффективности технических средств и систем управления дорожным движением // Всесоюз. науч.-исслед. ин-т безопасности дорож. движения Министерства внутр. дел СССР. — М., 1982. — 208 с.
46. Галабурда, В. Г., Персианов, В. А., Тимошин, А. А. и др. Единая транспортная система : учебник для вузов. — М. : Транспорт, 1996. — 295 с.
47. Григорьев, В. А. Перечень DSRC приложений бесконечен // Электросвязь. — № 10. — 2013.
48. Иносэ, Х., Хамада, Т. Управление дорожным движением / под ред. М. Я. Блинкина; пер. с англ. М. П. Печерского. — М., 1983. — 248 с.
49. Карбанова, Л. Н. Развитие транспортной инфраструктуры города Магнитогорска // Коллекция ВЭГУ. — 2000.

50. Клиновштейн, Г. И., Афанасьев, М. Б. Организация дорожного движения : учебник для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1997. — 231 с.
51. Клиновштейн, Г. И. Задачи улучшения организации дорожного движения // Системный анализ дорожного движения и дорожно-транспортных происшествий : сборник науч. трудов / Моск. автомобил.-дорож. ин-т. — М., 1989. — 107 с.
52. Козлов, Л. Н. О приоритетах в формировании и развитии международных транспортных коридоров // Евразийская экономическая интеграция. — 2009. — № 4 (5).
53. Козлов, Л. Н., Урличич, Ю. М., Циклис, Б. Е. О концептуальных подходах формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в России // Транспорт Российской Федерации. — 2009. — № 3–4 (22–23).
54. Комаров, В. В., Гараган, С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. — М. : НТБ «Энергия», 2012.
55. Кременец, Ю. А., Печерский, М. П. Технические средства обеспечения организации дорожного движения. — М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1981. — 52 с.
56. Организация и безопасность дорожного движения : учебник для вузов / В. И. Коноплянко, О. П. Гуджоян, В. В. Зырянов, А. В. Косолапов. — Кемерово : Кузбассвуиздат, 1998. — 236 с.
57. Отчет «Стратегическое видение ИТС». — Управление по исследованиям и инновационным технологиям (RITA). Министерство транспорта США. — Вашингтон, округ Колумбия.
58. Отчет Московского автомобильно-дорожного института по государственному контракту №УД-47/261 от 7 октября 2009 г. на выполнение НИР по проекту «Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения».
59. Петров, В. В., Якушин, Л. А. Технология координированного управления транспортными потоками. — М. : Изд-во НИИ спецтехники МВД СССР, 1988.
60. Применение технических средств для управления дорожным движением : учебное пособие / под ред. Г. И. Клиновштейна. — М. : Высш. школа, 1974. — 153 с.
61. Проблемы разработки автоматизированных систем управления дорожным движением : материалы всесоюз. науч.-техн. семинара, 18–20 октября 1989 г. / под ред. Е. Б. Хилажева. — Омск, 1990. — 50 с.
62. Проблемы функционирования и развития инфраструктуры России в переходный период : сборник / под ред. В. Н. Лившица. — М. : Фолиум, 1996. — 136 с.
63. Резван, И. И. Экспериментальное исследование малоразмерных сетей стандарта Wi-Fi // Вестник СибГУТИ. — 2014. — № 4. — 8 с.
64. Рыбин, А. А. Методика выбора мероприятий по безопасности движения // Повышение качества организации движения и автомобильных перевозок : сборник науч. трудов. — М. : Моск. автомобил.-дорож. ин-т., 1986. — С. 88–91.
65. Самойлов, Д. С. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. — М. : Транспорт, 1975. — 73 с.
66. Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. — М. : Транспорт, 1977. — 301 с.
67. Системный анализ : учебник для вузов / А. В. Антонов. — М. : Высш. шк., 2004.
68. Современные методы организации дорожного движения / В. П. Мовчан, Н. И. Артемов. Пермь, 2000. — 299 с.
69. Справочник по безопасности дорожного движения : обзор мероприятий по безопасности дорожного движения / Р. Эльвик, А. Боргер, Э. Эствик, Т. Ваа; пер. с норв. под рук. У. Агаповой. Осло; Копенгаген : Ин-т экономики трансп. (Осло), 1996. — 646 с.
70. Теория систем : учебное пособие / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — М. : Высш. школа, 2006.
71. Троицкая Н. А. Единая транспортная система : учебник для студентов учреждений сред. проф. образования. — М. : Издательский центр «Академия», 2003. — 240 с.
72. Шадрин, С. С., Иванов, А. М. Возможности использования бортовых сетей передачи данных автотранспортных средств в задачах интеллектуальных транспортных систем // Автотранспортное предприятие. — 2014, май.

73. Методическое руководство по стратегии управления транспортными потоками в системах автоматизированного регулирования движения на автомобильных магистралях (АРДАМ). — Министерство автомобильных дорог РСФСР. Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт ГИПРОДОРНИИ. — М., 1980.
74. Safety from many angles // Paradise Drive. — 2014. — Spring.
75. Doupal, E. System centralního řízení dopravy v Bernu // Silniční Obzor. — 1993. — № 7. — P. 168–173.
76. Montgomery, F.O., Clark, S.D., May, A.D. Use of coordinated signal settings to reduce junction spill-back // IEE Colloquium on Electronics in Managing the Demand for Road Capacity. — 1993. — № 205. — P. 1–10.
77. Newell, G.F. Mathematical models for freely flowing highway traffic // Operations Research 3. — 1955. — P. 176–186.
78. Quinn, D.J. A review of queue management strategies // Traffic Engineering and Control. — 1992. — Vol. 33. — № 11.
79. The Europeans' questionnaire on public transport's upgrade // International Railway Journal. — 1991. — № 11.
80. Traffic management. Network. London Transport buses quarterly update. — 1998. — № 7.
81. Transport concept. Highway and Transportation. — 1992. — P. 26.
82. Ortuzar, J.D., Willumsen, L.G. Modeling Transport. — Third Edition. — Wiley, 2001.
83. Quick Response Freight Manual : Final Report. — Cambridge Systematics, 1997.
84. Sustainable Transport. World Bank. — Washington, DC, 1996.

Электронные ресурсы

85. <http://russianhighways.ru> (дата обращения: 10.01.2015).
86. <http://rosavtodor.ru/> (дата обращения: 10.01.2015).
87. <http://mintrans.ru> (дата обращения: 12.01.2015).
88. http://www.nilim.go.jp/lab/qcg/english/2research/1field/23jr_cooperativeits/index.htm (дата обращения: 22.02.2015).
89. http://www.svetoznak.ru/catalog/svetofory_mobilnye/ (дата обращения: 10.12.2014);
90. <http://airmagistral.ru/products/avtonomnyi-mobilnyi-transportnyi-svetofor> (дата обращения: 10.12.2014).
91. <http://www.mobilevms.co.uk/> (дата обращения: 11.12.2014).
92. <http://www.ngogaz.ru/> (дата обращения: 11.12.2014).
93. <http://vnovostroike.ru/sv/zsd-zapadnyy-skorostnoy-diametr/> (дата обращения: 11.12.2014).
94. <http://nch-spb.ru/> (дата обращения: 11.12.2014).
95. <http://www.whsd.ru/> (дата обращения: 11.12.2014).
96. <http://spb-projects.ru/showpage.php?id=100/> (дата обращения: 11.12.2014).
97. http://gov.spb.ru/gov/terr/reg_kirovsk/stroitelstvo-v-rajone/stroitelstvo-zapadnogo-skorostnogo-diametra/ (дата обращения: 11.12.2014).
98. <http://www.vaisala.com/en/roads/products/mobileweathersystems/Pages/DSP310.aspx> (дата обращения: 12.12.2014).
99. <http://www.itamain.com/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/quixote/> (дата обращения: 12.12.2014).
100. <http://www.kapsch.net/ktc/its-solutions/V2X-Cooperative-Systems> (дата обращения: 20.02.2015).
101. http://www.toyota-global.com/innovation/intelligent_transport_systems/infrastructure/ (дата обращения: 13.12.2014).
102. http://www.chesworkshop.org/ches2014/presentations/CHES_2014_Invited.pdf (дата обращения: 08.11.2014).
103. http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54706 (дата обращения: 09.11.2014).
104. <http://www.itsstandards.eu/> (дата обращения: 17.01.2015).
105. <http://www.icqc.eu/ru/CEN-TC.php> (дата обращения: 18.02.2015).
106. <http://tk57.ru/> (дата обращения: 18.02.2015).

107. <http://coopsys.its-standards.info/> (дата обращения: 19.02.2015).
108. <http://www.ITStandards.eu> (дата обращения: 19.02.2015).
109. <http://translate.google.ru/translate?hl=ru&sl=en&u=http://its-standards.info/&prev=search> (дата обращения: 21.02.2015).
110. <http://www.cvisproject.org/> (дата обращения: 21.02.2015).
111. <http://www.safespot-eu.org/> (дата обращения: 22.02.2015).
112. <http://www.coopers-ip.eu> (дата обращения: 24.02.2015).
113. <http://35.rkn.gov.ru/directions/p1401/p1407/> (дата обращения: 24.02.2015).
114. http://www.rfs-rf.ru/grfc/norm_doc/verdict/004222 (дата обращения: 25.02.2015).
115. <https://translate.google.ru/> (дата обращения: 25.02.2015).
116. <http://habrahabr.ru/post/237447/> (дата обращения: 25.02.2015).
117. <http://habrahabr.ru/post/240047/> (дата обращения: 25.02.2015).
118. http://www.auroramobile.ru/product_623.html (дата обращения: 27.02.2015).
119. <http://nch-spb.com/> (дата обращения: 28.02.2015).
120. <http://www.autoreview.ru/archive/2007/12/v2v/> (дата обращения: 28.02.2015).
121. <http://www.autounited.ru/news/11997/16198.html> (дата обращения: 02.03.2015).
122. <https://amsterdamgroup.mett.nl/Road+Map/Road+Map+Basic+Elements/default.aspx> (дата обращения: 02.03.2015).
123. <http://carsguru.net/news/18723/view.html> (дата обращения: 03.03.2015).
124. <http://vdoroge.ucoz.ru/publ/2-1-0-1> (дата обращения: 03.03.2015).
125. <http://www.recognize.ru/node/17> (дата обращения: 04.03.2015).
126. http://www.simicon.ru/rus/product/gun/video_2_poisk.html (дата обращения: 04.03.2015).
127. <http://m1-road.ru/> (дата обращения: 04.03.2015).
128. http://www.mashinomania.ru/2012/10/blog-post_8344.html (дата обращения: 09.04.2015).
129. О концептуальных подходах к формированию и развитию интеллектуальной транспортной системы в Республике Татарстан [Электронный ресурс Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева]. — Режим доступа: http://kai.ru/news/konz_its_rt1.doc.
130. Отчет «Руководство по управлению, эксплуатации и обслуживанию автомагистралей». — Департамент транспорта США. Федеральное управление автомобильных дорог. — Режим доступа: http://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/publications/frwy_mgmt_handbook/toc.htm (дата обращения: 15.12.2014).

Об авторе

Игорь Анатольевич Евстигнеев

Родился 24 октября 1967 г. в Ленинграде. С отличием окончил Высшее военно-морское училище радиоэлектроники им. А.С. Попова по специальности «Автоматизированные системы управления».

1991–1999 гг. — проходил службу в рядах ВМФ Российской Федерации. Проводил испытания, научные исследования и технические разработки в области автоматизированных систем и видеонаблюдения.

После увольнения в запас работал в коммерческих организациях, осуществлял поставки телекоммуникационного оборудования и его наладку, руководил компанией, занимающейся предоставлением услуг связи.

Начиная с 2007 г. стал активно заниматься проектной и научной деятельностью в области интеллектуальных транспортных систем. Руководил данным направлением в ЗАО «НИПИ ТРТИ», ООО «ИКТП» и ЗАО «НГО».

Наиболее значимые проекты в области ИТС, в которых принимал активное участие:

- разработка программы развития ИТС Санкт-Петербурга;
- АСУДД Василеостровского района Санкт-Петербурга;
- АСУДД Невского пр.;
- олимпийские объекты в г. Сочи (автомобильные дороги в Имеретинской низменности, УДС г. Сочи, транспортная развязка Адлерское кольцо, Дублер Курортного проспекта, Адлер — Веселое, федеральная автодорога А-148);
- Западный скоростной диаметр;
- Кольцевая автодорога;
- Орловский тоннель;
- Морской тоннель под судопропускным сооружением С-1;
- Линия легкорельсового транспорта, соединяющая центр Санкт-Петербурга с аэропортом Пулково;
- Северный обход г. Пскова;
- автодорога М-10 «Скандинавия»;
- автомобильная дорога М-11 «Нарва», подъезд к морскому торговому порту Усть-Луга;
- автомобильная дорога М-20 (Санкт-Петербург — Псков — Пустошка — Невель);
- АСУДД г. Самары;
- автомобильная дорога М-1 «Беларусь» на участке км 33 — км 84, Московская область.

В настоящее время является начальником отдела интеллектуальных транспортных систем Государственной компании «Российские автомобильные дороги».

Курирует работы по созданию, модернизации ИТС (АСУДД) на таких дорогах, как М-1 «Беларусь», М-3 «Украина», М-4 «Дон», М-11 Москва — Санкт-Петербург и ЦКАД.



Верстка и редакция ООО «Джей Комьюникейшнс»

Подписано в печать ??.09.2015. Формат 84×108/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 17,22. Тираж 1000 экз. Заказ 484.

Издательство «Перо»
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29–33, стр. 15, ком. 536
Тел.: (495) 973–72–28, 665–34–36



