



Кооперативные ИТС

Зав. кафедрой транспортных систем
Александр Иванович Солодкий



Кооперативные ИТС

В последние годы акцент в ИТС обратился именно в сторону нового поколения - Кооперативных систем (Cooperative Intelligence Transport Systems, C-ITS), в которых транспортные средства взаимодействуют друг с другом и/или с инфраструктурой.

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.

Кооперативные ИТС





Кооперативные ИТС

Именно Кооперативные ИТС позволяют значительно увеличить качество и надежность информации, доступной о транспортных средствах, их расположении и дорожной среде. Создается серьезный потенциал для самостоятельного вождения транспортным средством без участия человека как водителя.

Даже 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 клиенто-ориентированного подхода, т.е. технологии ИТС развиваются в сторону работы с отдельным водителем (автомобилем), а не с транспортным потоком, как это осуществляется на сегодняшний день.

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

Кооперативные ИТС



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

Кооперативные 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, очень важно знать, где находится и куда направляется соседний.



Кооперативные ИТС

Назначение Кооперативных ИТС – помочь водителям поддерживать безопасную скорость и дистанцию, осуществлять перестроения, избегать обгон 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 главное в Кооперативных ИТС – возможность выявлять потенциальные риски именно в режиме реального времени и предотвращать их.



Кооперативные ИТС

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;
- поддержки экономической деятельности, создание рынка для частных услуг;
- поддержка деятельности дорожных властей и дорожных операторов в их роли как руководителей транспортных и сетевых операторов.



Кооперативные ИТС

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 будущем, каждый автомобиль будет также служить в качестве некоего блока дорожного мониторинга, который доставляет данные анонимно до центра управления дорожным движением и в реальном времени. Центр будет генерировать прогноз очень быстро и использовать V2X технологии, чтобы отправить его только на те транспортные средства, которых это затрагивает. Транспортные средства будут получать только информацию, которая им реально нужна.



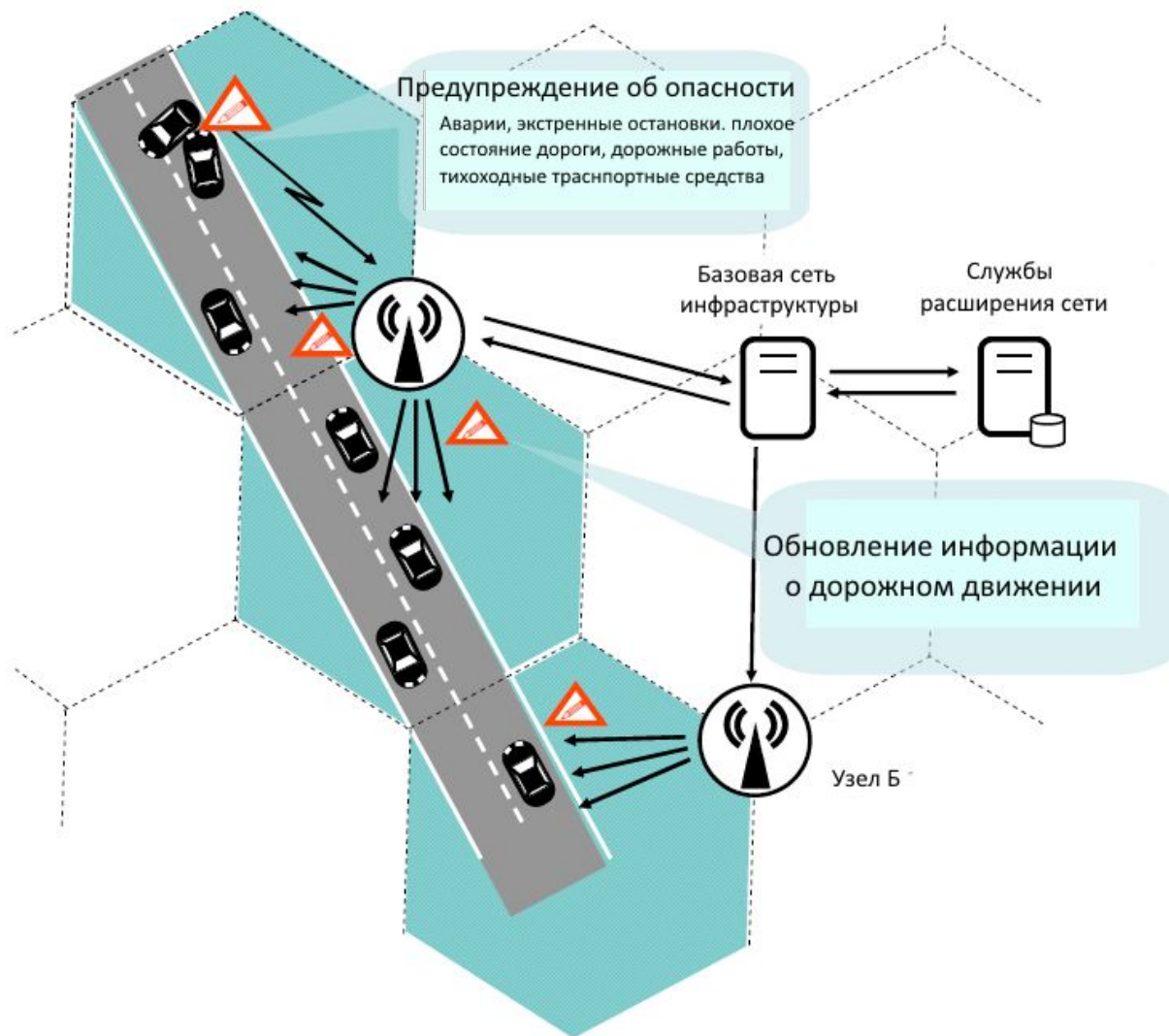
Кооперативные ИТС

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.

Например, предположим, что одна полоса из 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 для всех транспортных средств в непосредственной близости. Водитель получает сообщение – в виде вывода на экран бортового устройства некоего определенного знака.

Кооперативные ИТС



Общая архитектура системы



Кооперативные ИТС

Сейчас активно прорабатываются такие способы информирования водителя, как вывод информации на лобовое стекло машины, вывод информации на боковое зеркало, вибродатчики смонтированные в водительское сиденье и естественно - голосовое (звуковое) оповещение.

Существенным фактором является то, что это и есть самые последние и достоверные данные.

Многие примеры таких технологий были отработаны в различных проектах в США, Азии и Европе.

Примером отрабатываемых технологий может служить европейский проект **drive-C2X**.

Практические примеры применения новой технологии:

1. Впереди находится неподвижный автомобиль. Система предупреждает водителя, если автомобиль остановился на обочине дороги, например, из-за поломки.

2. Предупреждение об экстренном торможении. Включение аварийной световой сигнализации при внезапном торможении (например, при приближении к «хвосту» дорожной пробки).



Кооперативные ИТС

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.
11. Предупреждение о наличии пешехода на проезжей части.



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Участники проекта:

44 организации исполнителя и 11 поддерживающих партнера

Automotive OEMs

• Audi AG, BMW Forschung und Technik*, Centro Ricerche Fiat S.C.p.A., Daimler AG, Ford Forschungszentrum, Aachen, Honda Research Institute Europe*, Adam Opel GmbH, Peugeot Citroen Automobiles, Renault, Volvo, Personenvagnar

Electronics and supplier industry, telcos

• Continental *, Delphi Delco Electronics Europe GmbH, Denso Automotive Deutschland*, FT – Orange Labs*, Hitachi Europe SAS, NEC Europe Ltd., Renesas Technology Europe GmbH, Robert Bosch GmbH*, Vector*

Software developers

• SAP AG

Traffic engineers

• ptv AG

Reserach institutes

• BAST, Centro Tecnológico de Automoción de Galicia*, Chalmers University, DLR, EICT, ERTICO, Facit , Research, FhG FOKUS, INRIA, IMEC, Karlsruhe Institute of Technology, Technische Universität Graz, TNO, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, University of Surrey, VTT, HTW Saarland*

Road Operators

• Autostrada del Brennero, City of Tampere*, Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung

Others

• Nokian Renkaat*, German Insurance Association



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Безопасное движение в заторах



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Движение в зоне дорожных работ





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Объезд аварийного автомобиля





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Проезд автомобиля со спецсигналами



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Проезд по скользкой дороге





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Предотвращение столкновения с затормозившим автомобилем





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Обгон медленно движущегося транспорта



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Предупреждение об опасности при перестроении



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Предотвращение столкновения с препятствием



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Осторожно мотоциклист



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Контроль скорости движения



Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X



Контроль проезда светфоров





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Информация о трафике и навигация с его учетом





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Страхование и финансовые сервисы



Основная цель состоит в том, чтобы обеспечить на месте доступ в реальном времени к страховщикам и поставщикам финансовых услуг для того, чтобы взаимодействовать в соответствии с текущими условиями. Эта функция направлена на облегчение и ускорение управления претензиями, связанными с ними финансовыми услугами. Одно из преимуществ заключается в предоставлении информации автоматически страховым компаниям непосредственно после того, как произошел несчастный случай.

Сервис менеджер



На основе собранных данных ботового устройства выявляет потенциальные потребности клиентов и предлагает дополнительные услуги для удовлетворения этих потребностей (например, вождение на обледенелой дороге без зимних шин). Водитель получает услуги с учетом потребностей / предложений (например, зимние шины) и подробную информацию о том, как получить выгоду от предлагаемых услуг (например, записаться на прием в ремонтной мастерской).

Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Ориентация по объектам притяжения





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

Управление парковочным пространством





Кооперативные ИТС - Европейский проект drive-C2X

«Прозрачная» эксплуатация автомобиля





Кооперативные ИТС

Пример информирования водителя об опасности путем срабатывания вибродатчиков встроенных в водительское сиденье



Кооперативные ИТС



Этапы развития новых технологий в кооперативных ИТС:

- Информирование водителя без перехвата управления автоматикой.
- Обеспечение перехвата автоматикой управления транспортного средства в экстренных случаях.
- Возможность ограниченной передачи управления по инициативе водителя автоматике (автоматизированный режим).
- Возможность полной передачи управления по инициативе водителя.
- Полностью автоматический автомобиль.



ПРЕИМУЩЕСТВА

- Безопасность дорожного движения
- Эффективность дорожного движения

РАЗВЕРТЫВАНИЕ

- Тестовая эксплуатация
- Поэтапное совершенствование систем и сервисов

ИССЛЕДОВАНИЯ

- Развитие новых сервисов
- Интермодальные сервисы
- Радиоканалы для передачи данных
- Новые наборы сообщений
- Сбор и обработка данных в области позиционирования ТС
- ...

УЧАСТНИКИ

- Водители
- Автомобильная промышленность
- Дорожные структуры
- Операторы дорог
- Администрация населенных пунктов
- Центры управления дорожным движением

СЕРВИСЫ

- Предупреждение об опасных зонах (V2V, I2V)
- Предупреждение о тихоходном транспорте (V2V)
- Предупреждения о затруднениях движения (V2V, I2V)
- Предупреждение о дорожных работах (V2V, I2V)
- ...

Кооперативные ИТС

ТЕХНОЛОГИИ

- DSRC (WAVE, G5)
- Сотовая связь, 3G, 4G, LTE
- GPS/ГЛОНАСС
- IP/MPLS/VPN
- Bluetooth

СТАНЦИИ ИТС

- Центральная ИТС станция
- Дорожная ИТС станция
- Мобильная ИТС станция
- Персональная ИТС станция

Пешеходы

- Велосипедисты
- Пассажиры

Базовые элементы Кооперативных ИТС



Кооперативные ИТС

Базовые элементы Кооперативных ИТС

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

Линия связи DSRC (Dedicated Short Range Communications) состоит из двух основных частей, а именно: из блока OBU (On-Board Unit - устройство в транспортном средстве) и блока RSE (Road Side Equipment - устройство на дороге), которые обмениваются данными.

Кооперативные ИТС



Примеры внешнего вида бортового оборудования (ОБУ)



Кооперативные ИТС



Примеры внешнего вида придорожного оборудования (RSE)



Кооперативные ИТС



Ряд крупнейших автомобильных фирм планирует выпуск серийных автомобилей с комплексами систем «автомобиль-автомобиль» и «автомобиль-инфраструктура» уже в ближайшие 2 года.

Например, 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 «общения» (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.

Кооперативные ИТС



Крупным проектом в области Кооперативных ИТС в США является пилотная зона около Детройта. Для организации её функционирования был выбран участок уличной сети города Анн-Арбор, штат Мичиган. Этот небольшой город расположен примерно в 56 км к западу от Детройта. Энн-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.

Партнеры 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.

Создана «моделируемая городская среда» для тестирования наработок.

Полигон состоит из сети многополосных бетонных и асфальтированных дорог общей протяженностью около 5-ти километров, с перекрестками, дорожной разметкой и знаками дорожного движения, съездами и тротуарами

Кооперативные ИТС

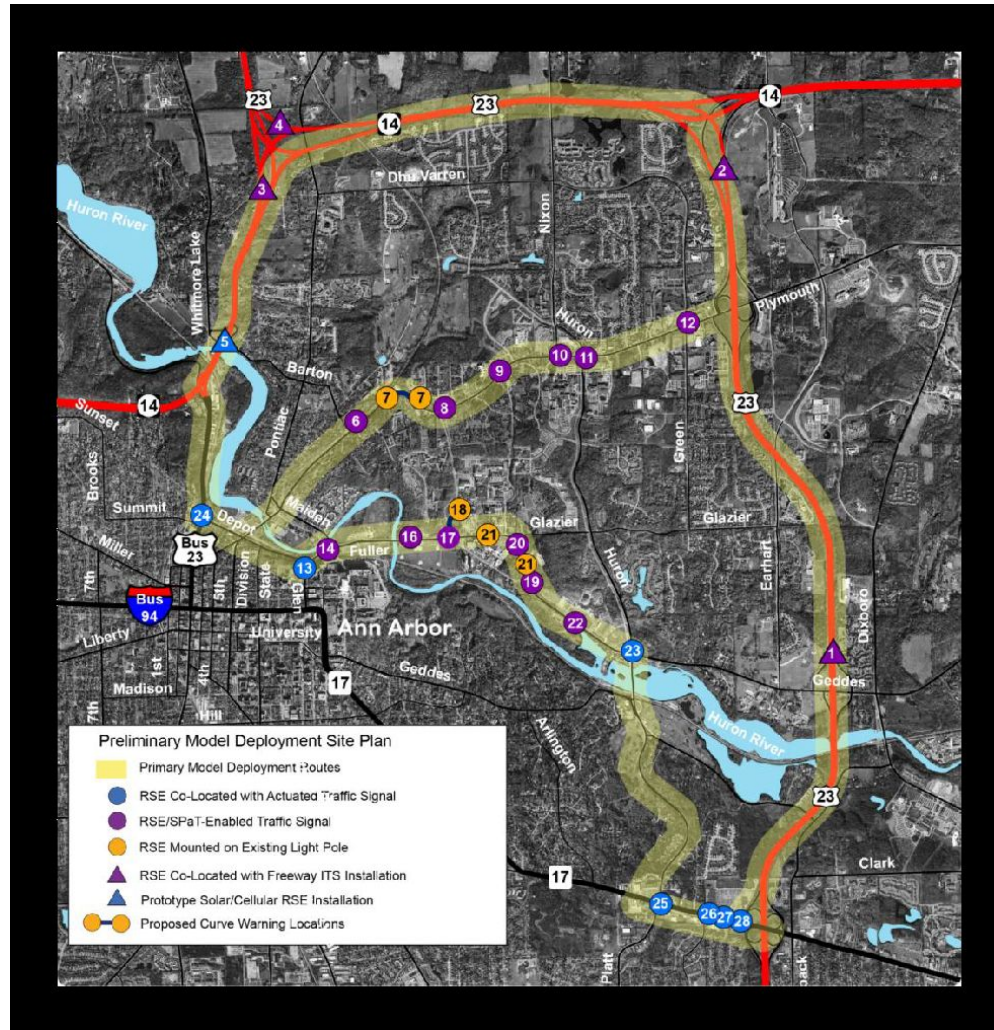


Схема развертывания пилотной зоны Кооперативной ИТС в Анн-Арбор, Мичиган



Кооперативные ИТС

В 2021 году планируется представить уже полностью рабочую систему из примерно 20,000 автомобилей.

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 аппаратной

Кооперативные ИТС



Проверяться, и тестироваться будет многое, в частности:

2. Технические ограничения:

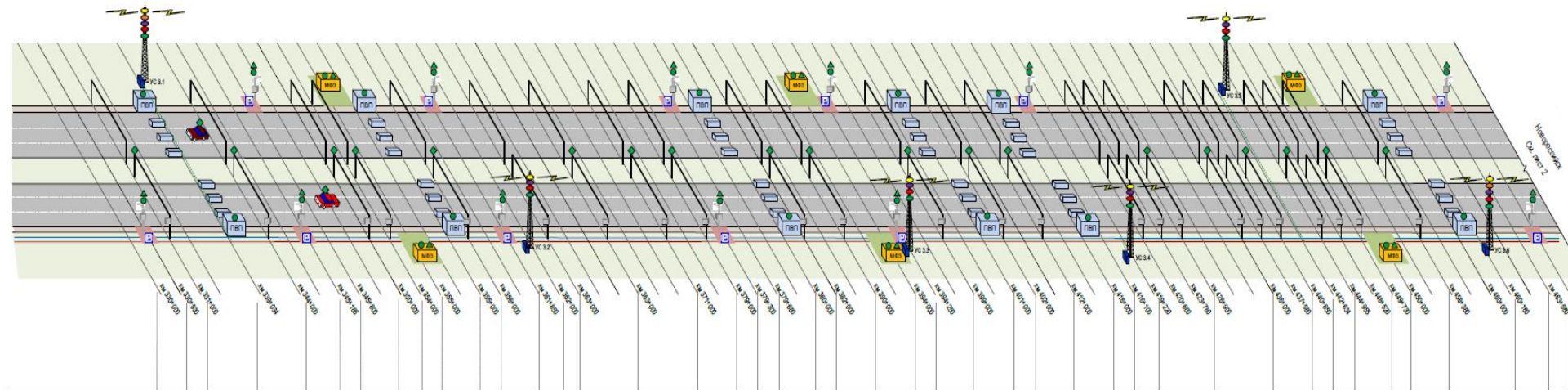
- максимальные скорости передачи данных с использованием существующей системы V2X;
- типичные (оптимальные) скорости передачи данных,
- необходимая вычислительная мощность бортового оборудования автомобиля и емкость хранения;
- необходимый жизненный цикл: решения, разработанные сегодня будут развернуты приблизительно за десять лет, и будет 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;
- алгоритма работы в центрах управлений.

Кооперативные ИТС



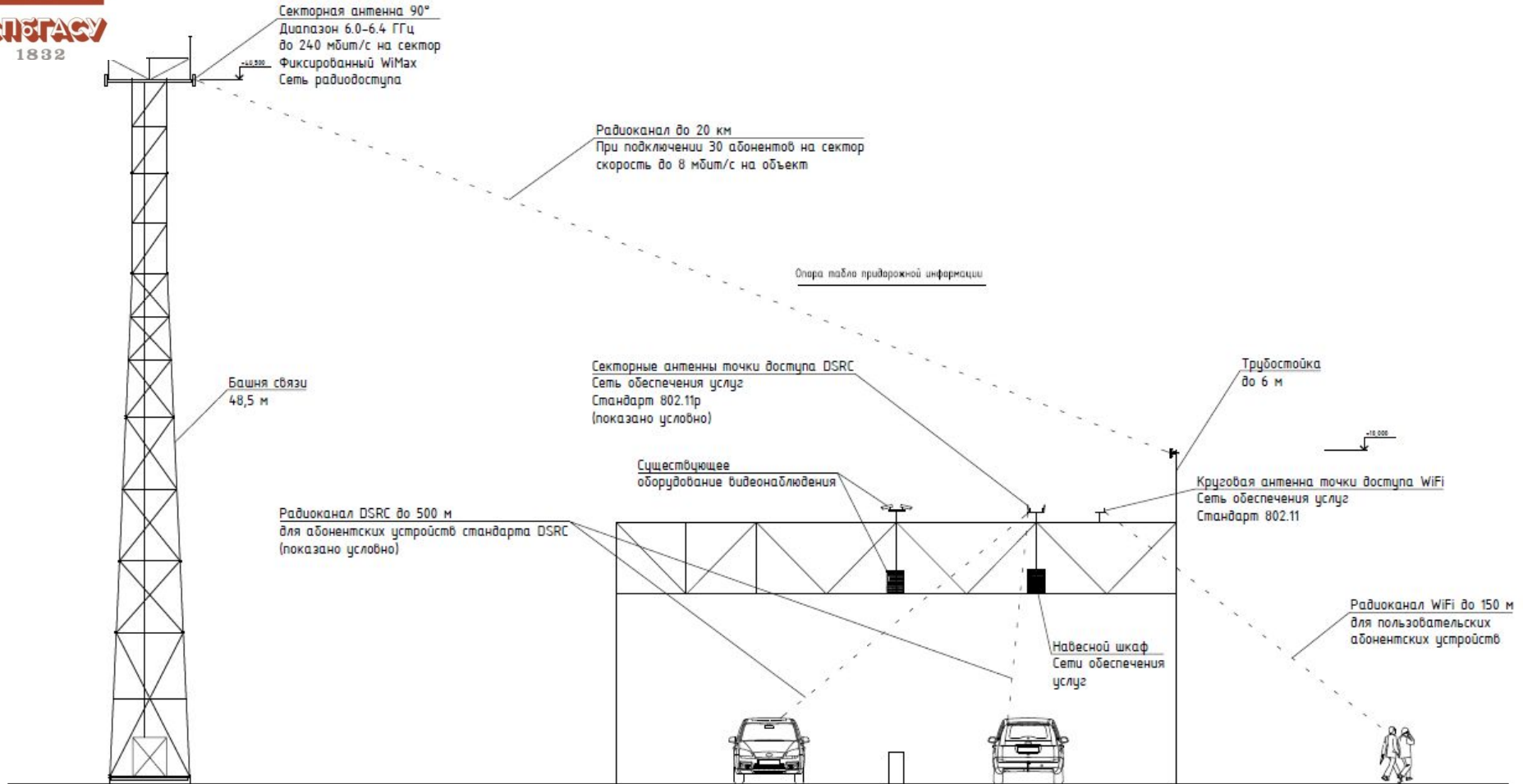
Область, край	ЛИПЕЦКАЯ ОБЛАСТЬ																		
PPR (частота 14ГГц)																			
Tetra (частота 450 ГГц)																			
WIMAX (стандарт 802.16d Частота 5,6 ГГц)																			
Wi-Fi (Частота 2,4ГГц)																			
DSRC (Частота 5855-5925 МГц)																			
FM-Вещание (частоты 87,5 - 108МГц)																			
СВ-Оповещение (частоты 27МГц)																			

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

Кооперативные ИТС



СИБГАСУ
1832



Типовая схема размещения оборудования DSRC непосредственно на автомобильной дороге



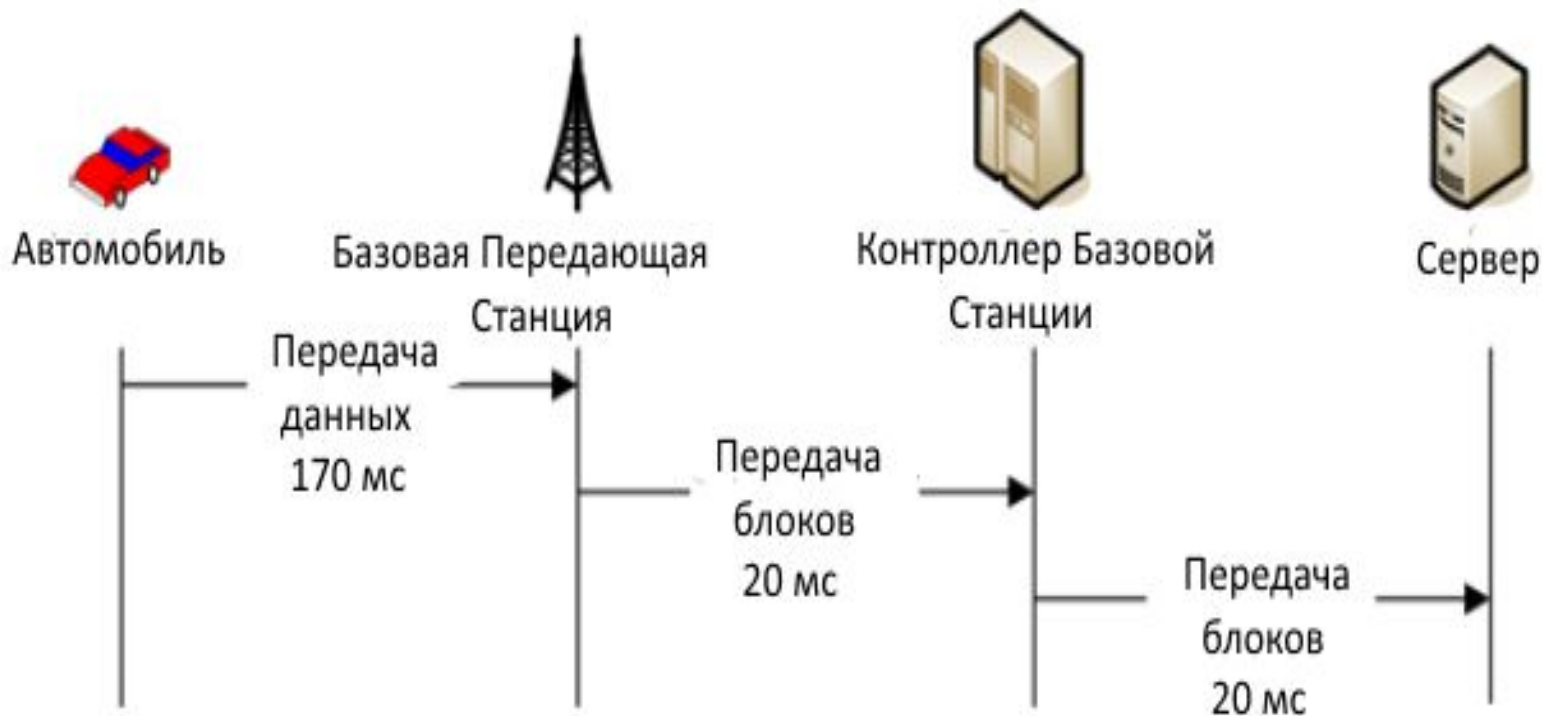
Кооперативные ИТС

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

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 высокой скоростью установки связи, что для дороги крайне принципиально.

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 очень критично.

Кооперативные ИТС



Время, необходимое на передачу данных



Кооперативные ИТС

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 мегабит на дальность до 1.5 км;
- устойчивую работу при движении транспорта со скоростью до 250 км/ч.

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.

Долгое время, да и это продолжается и сейчас коммерческое применение технологии DSRC находили, главным образом, в системах электронного платежа.

Взимание платы с помощью технологии DSRC организовано на пунктах взимания платы по всему миру.



Кооперативные ИТС

Общая телекоммуникационная архитектура

Кооперативные ИТС - это серьезная многоуровневая телекоммуникационная структура, причем лежащая на общую архитектуру ИТС. В неё входят огромное количество составляющих.

Целью создания телекоммуникационной составляющей ИТС, в том числе Кооперативных ИТС является необходимость соединения и взаимоувязывания компонентов различных подсистем ИТС территориально 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, обработки и хранения информации;
- объединить отдельные системы и сети связи в единую транспортную сеть связи ИТС;



Кооперативные ИТС

Общая телекоммуникационная архитектура

- Создание единой телекоммуникационной среды ИТС позволяет:
- 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 обмена 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.



Кооперативные ИТС

Абонентами сети связи и передачи данных ИТС являются:

А. 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 весо-габаритного контроля;
- противогололедные комплексы
- пункты взимания платы (ПВП);



Кооперативные ИТС

Абонентами сети связи и передачи данных ИТС являются:

А. Основные периферийные устройства подсистем (сервисов):

- 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;

Кооперативные ИТС



Абонентами сети связи и передачи данных ИТС являются:

А. Основные периферийные устройства подсистем (сервисов):

- 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).



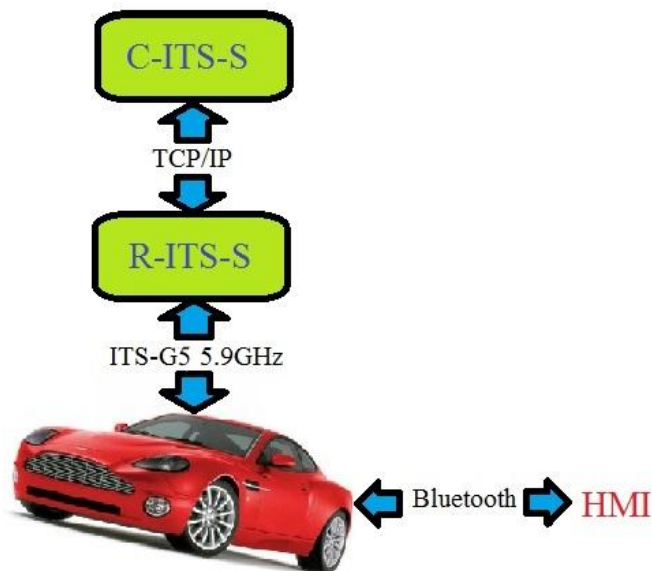
Кооперативные ИТС

Абонентами сети связи и передачи данных ИТС являются:

- Б. Центры управления ИТС (АСУДД).
- В. Бортовые устройства транспортных средств (автомобильная ИТС-станция).

Дополнительно в Кооперативных ИТС:

- данные от автомобиля к автомобилю (V2V);
- данные от автомобиля в инфраструктуру (V2i);
- данные от инфраструктуры к автомобилю (I2V).



Кооперативные ИТС



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\к системам обработки и хранения информации;
- данные и файлы от\к АРМ центров управлений и периферийных устройств подсистем ИТС;
- 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.

Телекоммуникационная архитектура ИТС, как правило, строится в Европе на базе ISO 21217:2010 «Интеллектуальные транспортные системы. Доступ к коммуникациям для наземных мобильных систем. Архитектура».

Кооперативные ИТС



Общая телекоммуникационная архитектура ИТС

Кооперативные ИТС



GPS / ГЛОНАСС



Взимание
платы

Приложения для новышения
мобильности и комфорта

V2I

Управление
дорожным
движением

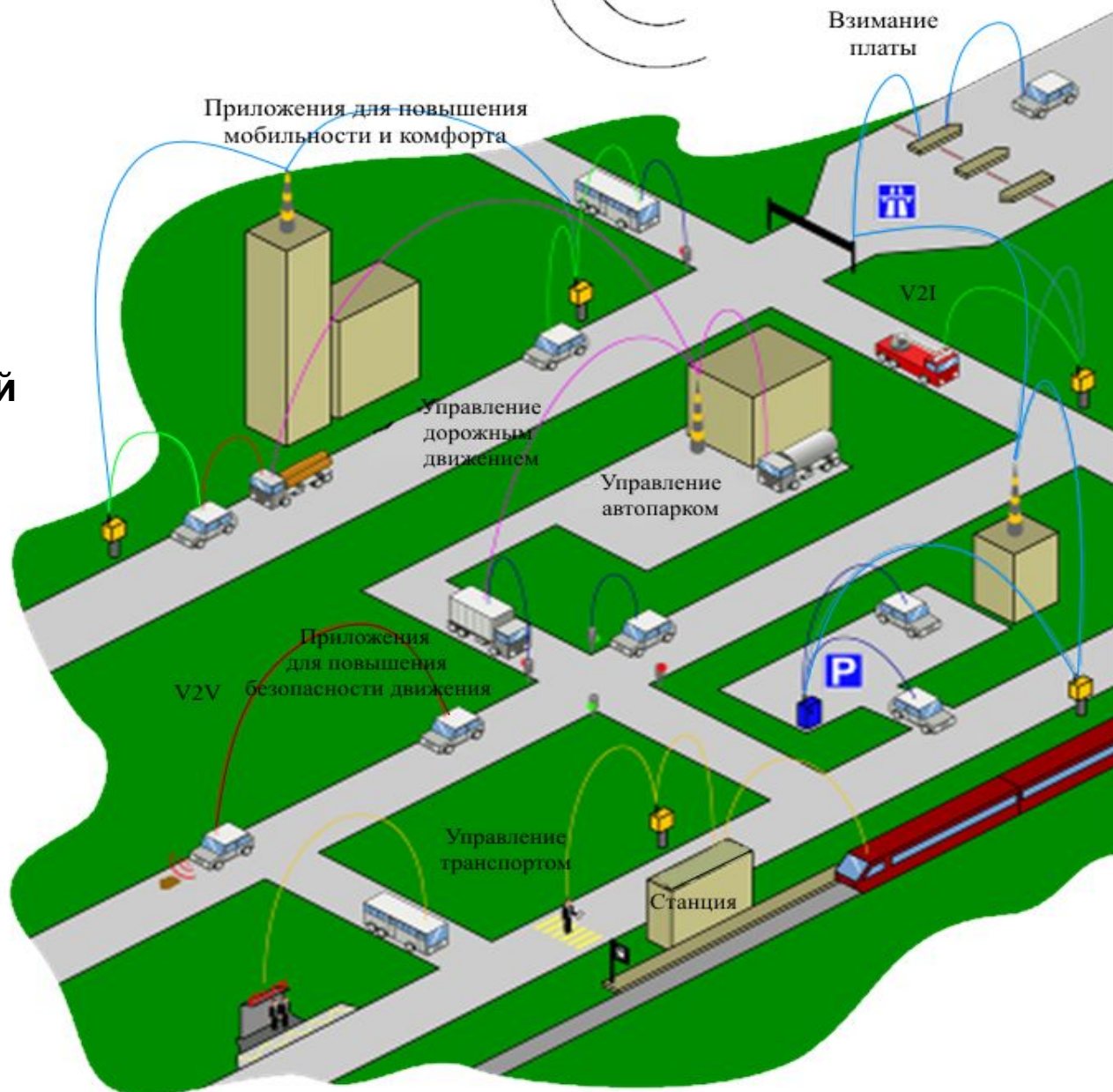
Управление
автопарком

Приложения
для новышения
V2V безопасности движения

Управление
транспортом

Станция

Общая схема
функциональных связей
Кооперативных ИТС





Кооперативные ИТС

Взаимодействие в такой системе осуществляться в режиме «равный с равным» (peer-to-peer) или «главный-подчинённый» (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 очень широком диапазоне.

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.



Кооперативные ИТС

Согласно ISO 21217:2010 («Интеллектуальные транспортные системы. Доступ к коммуникациям для наземных мобильных систем. Архитектура») ИТС состоит из подсистем: персональная, мобильная, дорожная и центральная.

Каждая подсистема в своей основе имеет принятую архитектуру ИТС, являющуюся базовой (см. рис.). Выделяется четыре основных блока:

- С-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)

Кооперативные ИТС

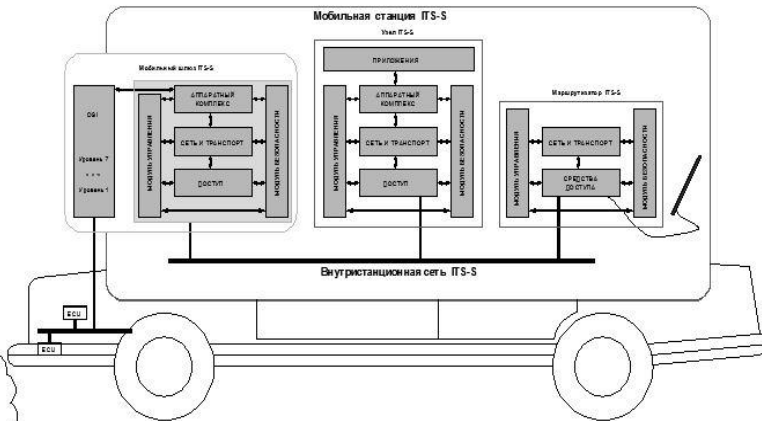


СВЯЗ
1832

Персональная подсистема ИТС

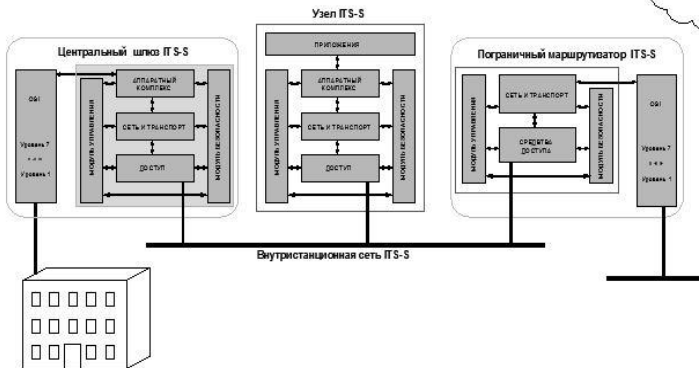


Мобильная подсистема ИТС

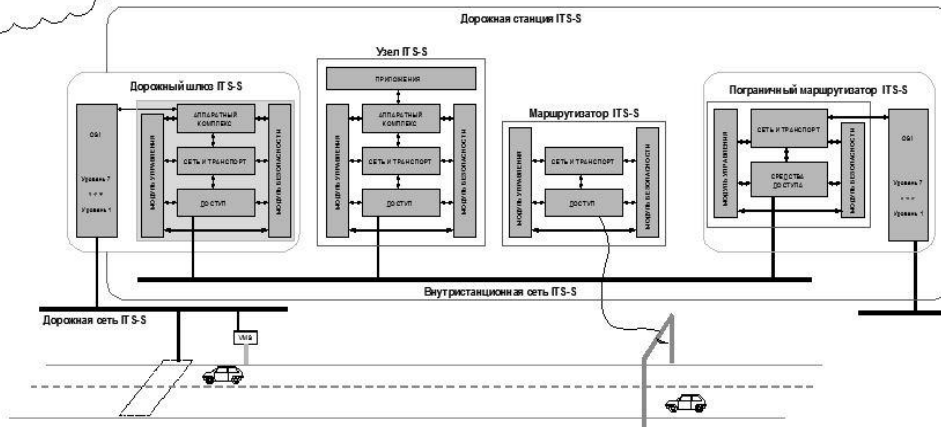


Коммутация ИТС peer-to-peer

Центральная подсистема ИТС



Дорожная подсистема ИТС



Основные телекоммуникационные модули (подсистемы) архитектуры ИТС. ISO 21217:2010



Кооперативные ИТС

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.

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 (перекрёстки и др.).
6. Предупреждение о требуемых (рекомендованных) скоростях.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль – дорожная инфраструктура»

Автомобиль - окружающая среда.

Поток данных от инфраструктуры на борт автомобиля.

7. Предоставление права преимущественного проезда автомобилям экстренных служб.
8. Видеосъёмка движения автомобилей экстренных служб.
9. Внешнее ограничение скорости.
10. Предупреждение о тумане.
11. Предупреждение об обледенелом мосте.
12. Предупреждение о гололёде на дороге.
13. GNSS коррекция.
14. Предупреждения о движении на опасном участке.
15. Предупреждающая информация на пересечениях с железной дорогой.
16. Выявление и управление иностранным транспортом в целях безопасности.
17. Интеллектуальное управление съездами на развязках.
18. Интеллектуальное светофорное регулирование.
19. Система предупреждения о возможном столкновении на перекрёстке.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль – дорожная инфраструктура»

Автомобиль - окружающая среда.

Поток данных от инфраструктуры на борт автомобиля.

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.



Кооперативные ИТС

Автомобиль - окружающая среда.

Поток данных от инфраструктуры на борт автомобиля.

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.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль – дорожная инфраструктура» 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 перекрёстках.
8. Данные наблюдения за автомобилем.
9. SOS службы.
10. Бортовая система предупреждения.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль – дорожная инфраструктура»

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. 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.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль – дорожная инфраструктура»

Дорожная среда – автомобиль: коммерческие службы.

Поток данных от инфраструктуры к автомобилю.

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 «Жёлтые страницы» (через Интернет).

Поток данных от автомобиля к инфраструктуре

1. Оперативный запрос на исправление неисправностей.
Диагностика в транспортном средстве может идентифицировать операционные сбои и использовать линию связи ИТС для обновлений программного обеспечения в режиме реального времени.



Кооперативные ИТС

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 разезде.
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.



Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль-автомобиль»

Задачи обеспечения безопасности дорожного движения, решаемые ИТС при взаимодействии «автомобиль-автомобиль»:

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.

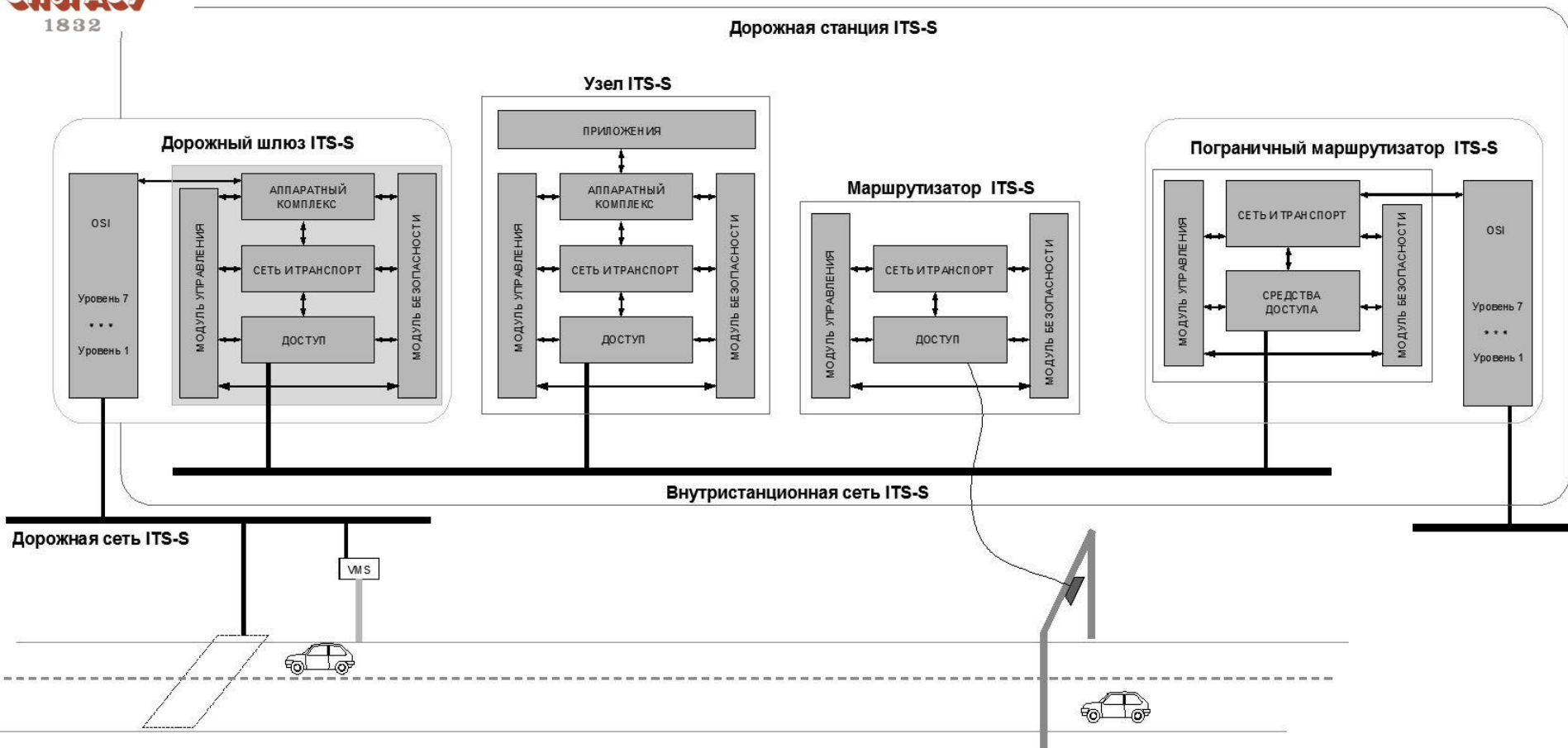
Кооперативные ИТС

Взаимодействие «автомобиль-автомобиль»



СПбГАСУ

1832



Телекоммуникационный модуль (подсистема) «Дорожная станция»



Кооперативные ИТС

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.

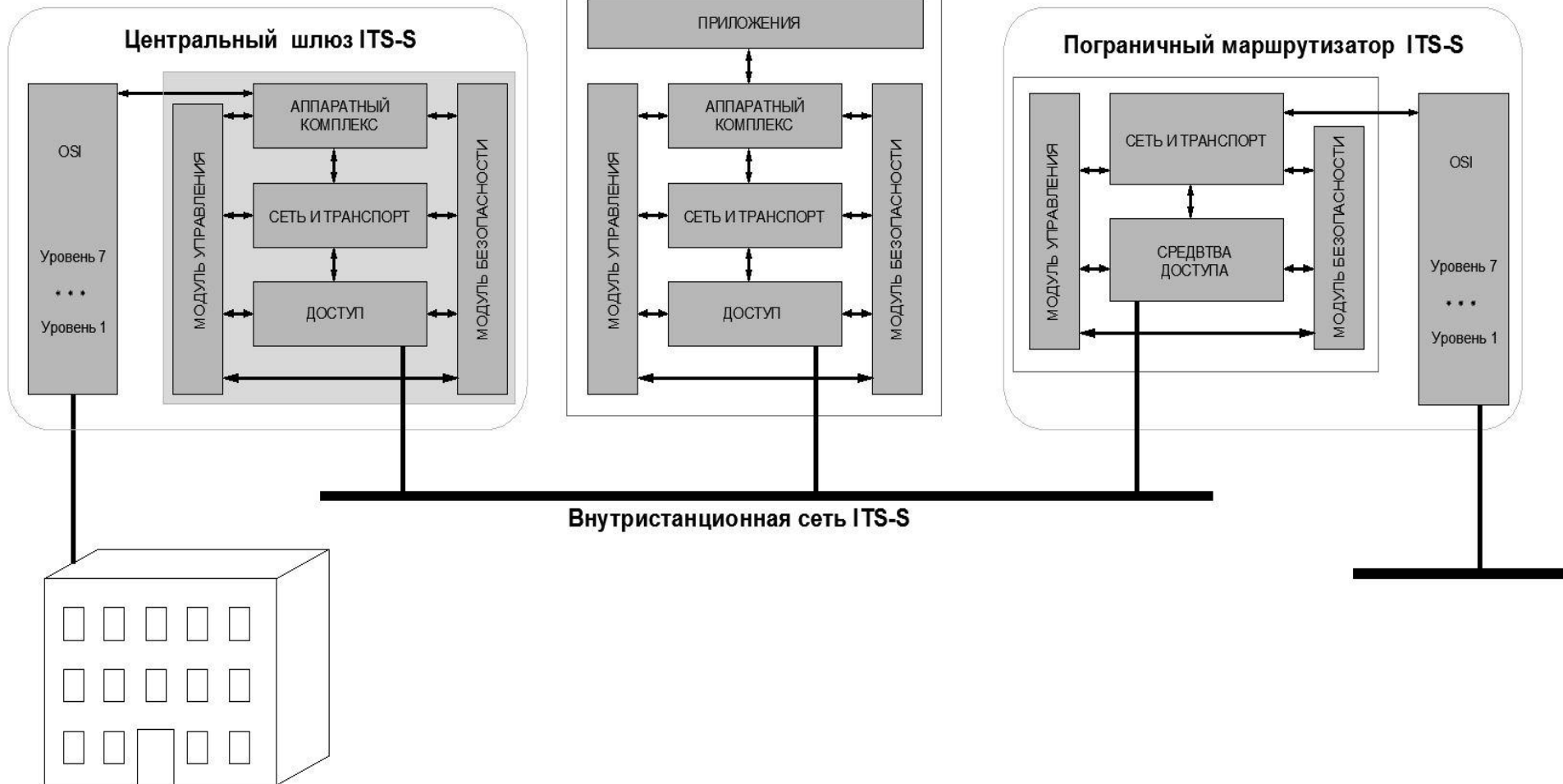
Кооперативные ИТС



Функции, реализуемые в телекоммуникационном модуле «Дорожная станция»:

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 приближения 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.

Кооперативные ИТС



Телекоммуникационный модуль
«Центральная подсистема»



**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**

Завлабедной транспортной системы
Александр Иванович Соловьев
e-mail: asolovky@spbu.ru