

Перспективы внедрения высокоавтоматизированных транспортных средств на наземном городском транспорте

Prospects for the introduction of highly automated vehicles on land urban transport

Проф. Султан ЖАНКАЗИЕВ,
заведующий кафедрой «Организация и безопасность движения» Московского автомобильно- дорожного государственного
технического университета (МАДИ-ТУ),
президент Ассоциации транспортных инженеров, д.т.н. (Россия)



Prof. Sultan ZHANKAZIEV,
Head of the Department «Organization and Traffic Safety», Moscow Automobile And Road Construction State Technical University
(MADI),
President of the Association of Transport Engineers (Russia)



Сложившийся процесс развития ИТС (ИТС-К-ИТС-АТС)



Структура управления мобильностью



Принципы управления мобильностью



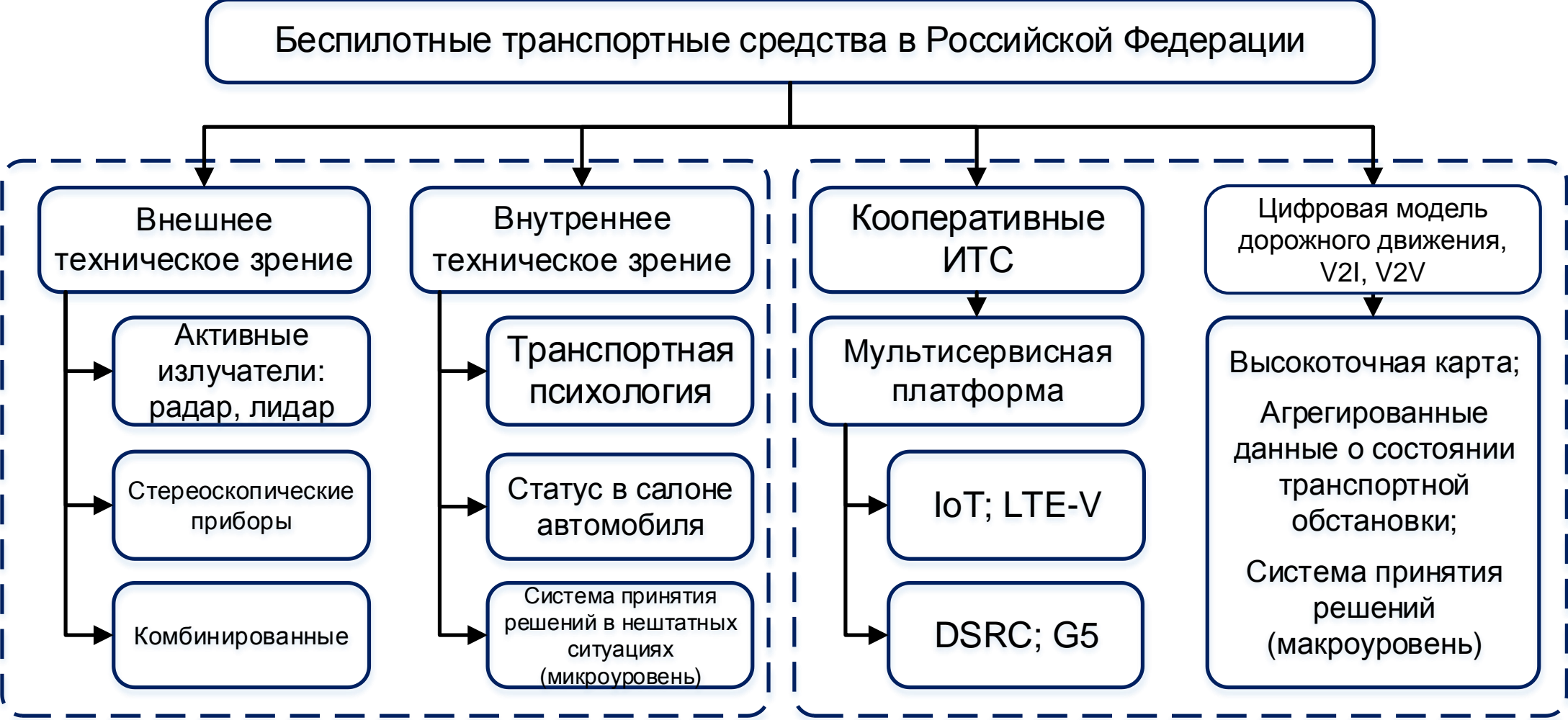
Условия сервисного движения ВАТС

Уровень платформы управления (Оператор)			
№ уровня	Наименование уровня	Тип информации	Источник информации
1	Заявленный класс автомобиля (индивидуальный, корпоративный, такси, коммерческий, общественный транспорт, специальный, коммунальный)	VAR - offline	Данные оператора
2	Доступные сервисы оператора		
3	Статус клиента (в т.ч. с учетом абонированных сервисов)		

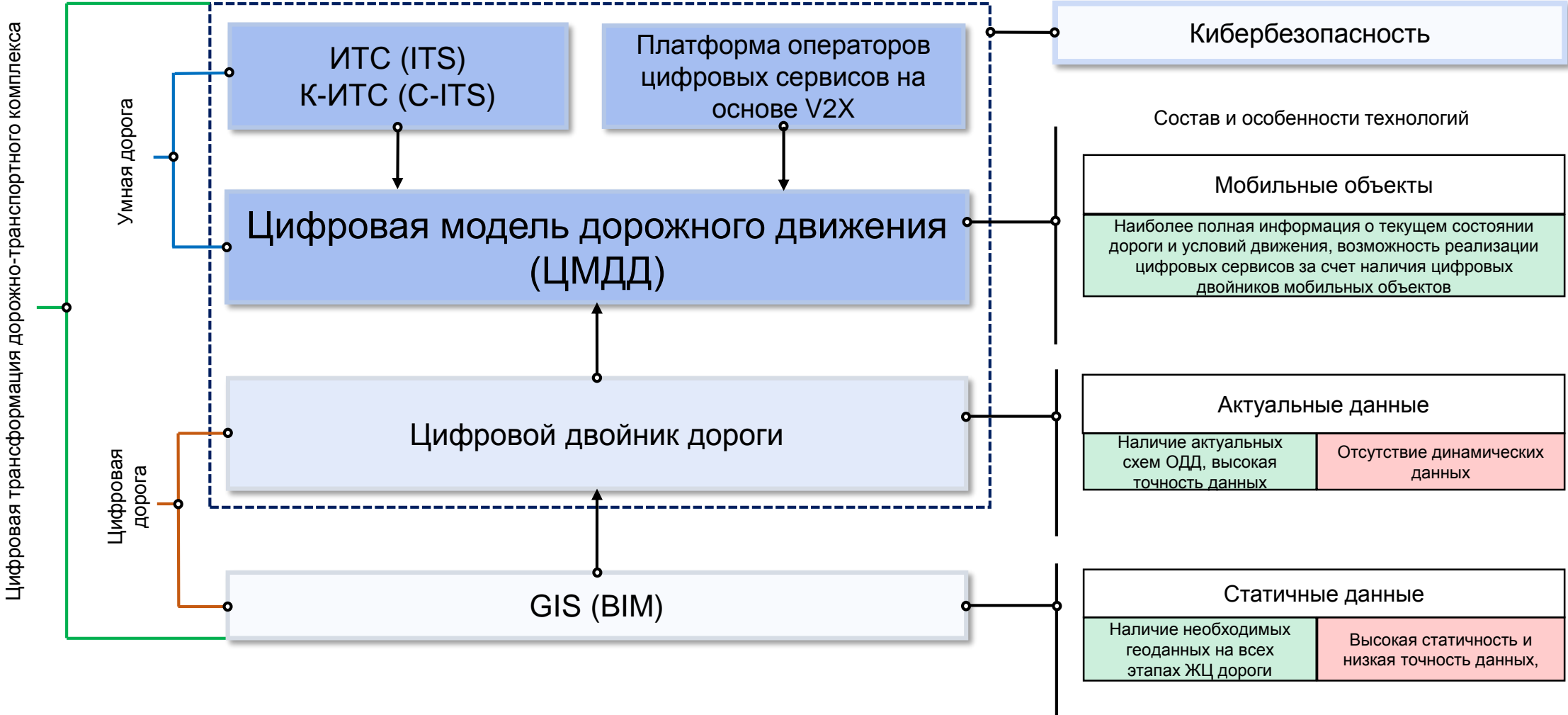


Уровень управления движением в потоке (ЦМДД)			
№ уровня	Наименование уровня	Тип информации	Источник информации
9	Статус приоритетов по автомобилям (клиентским группам)	VAR - online	Данные оператора
8	Статус автомобиля (марка/модель; техническое состояние автомобиля; состояние колесной группы; статус салона)	VAR - online	Внутреннее техническое зрение
7	Статус приоритетов по полосам дороги	VAR - offline	ИТС-АСУДД
6	Параметры транспортного потока (скорость, состав,)	VAR - online	ИТС-АСУДД
5	Осадки на дороге, коэффициент сцепления дороги, ограничение видимости	VAR - online	ИТС-метео
4	Повреждения дорожной одежды	VAR - offline	ГИБДД, ...
3	Продольный и поперечный износ дороги	Non-VAR	ЖКХ, федеральные службы
2	Шероховатость дорожного покрытия	Non-VAR	Паспорт дороги
1	Проект дороги (в т.ч. ТСОДД)	Non-VAR	GIS

Структура высокоавтоматизированного движения



Стратегия цифровой трансформации транспортно-дорожного комплекса

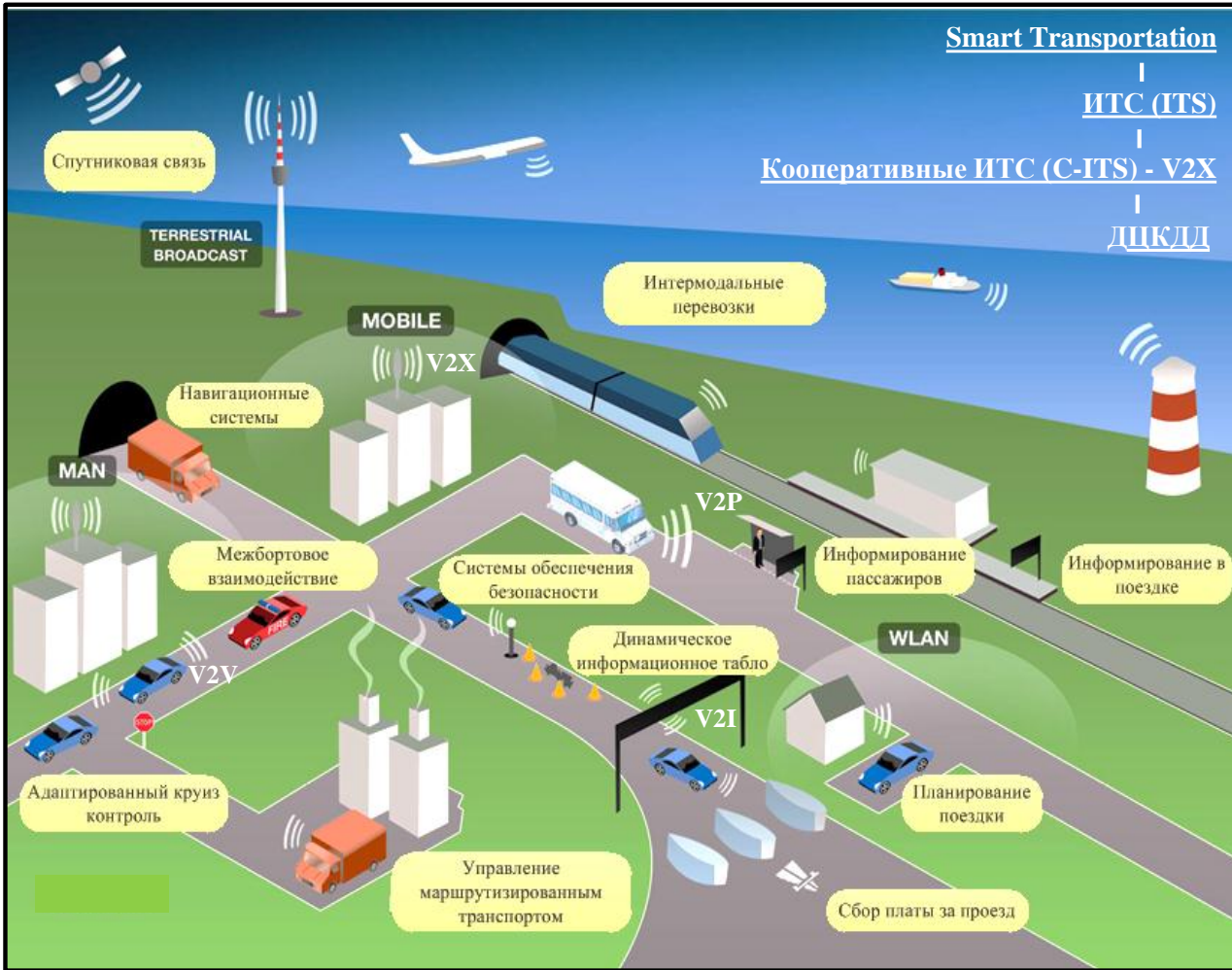


Основные подходы к формированию цифровой модели дорожного движения

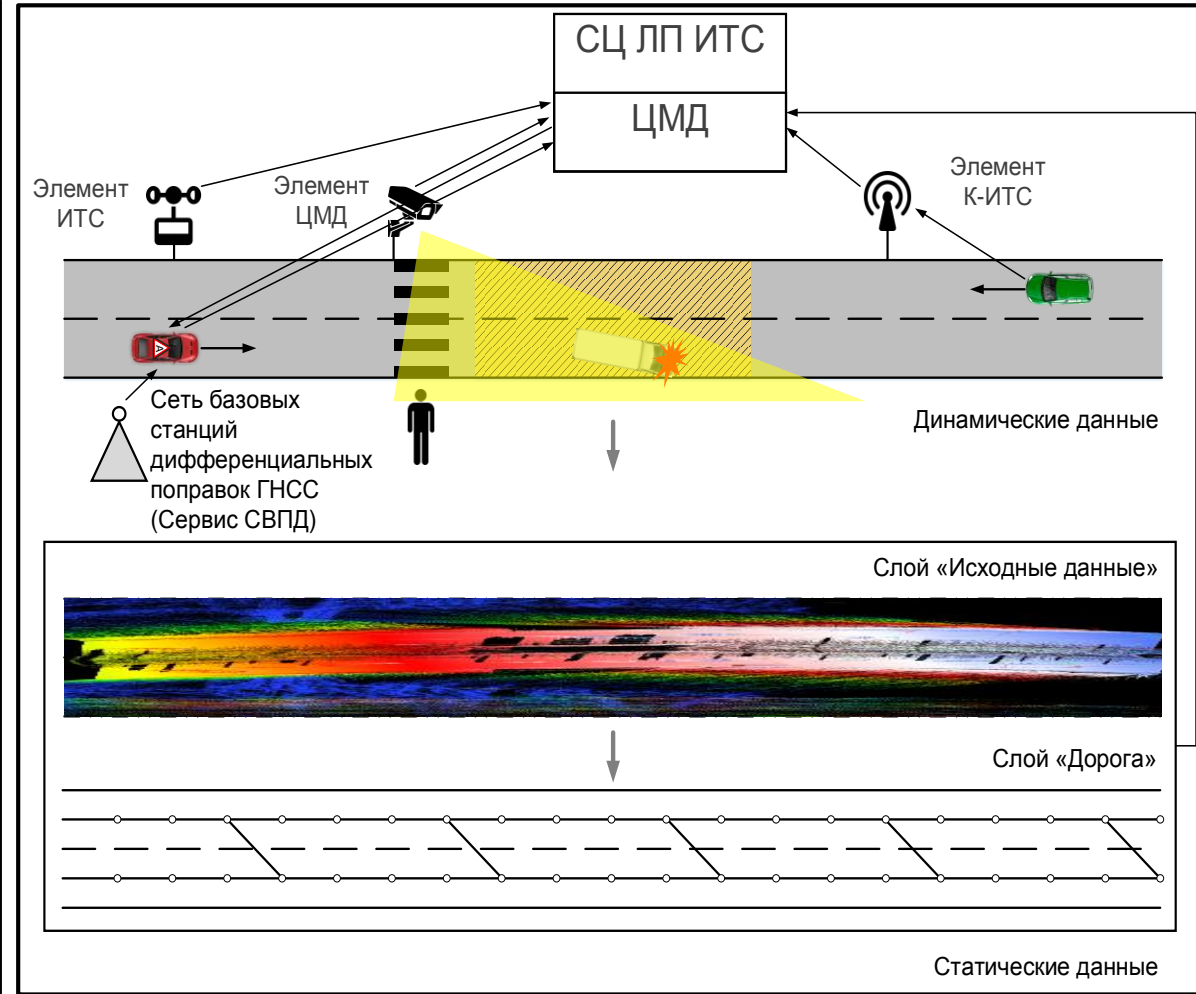
Цифровая модель дорожного движения – часть интеллектуальной транспортной системы, обеспечивающая ситуационное осведомление, стратегическое управление беспилотными транспортными средствами и функционирующая в полностью автоматическом режиме на всех этапах технологического цикла (*Концепция ОБДД с участием БПТС на автомобильных дорогах общего пользования*).



Цифровая модель дорожного движения (ЦМД, ЦМДД)

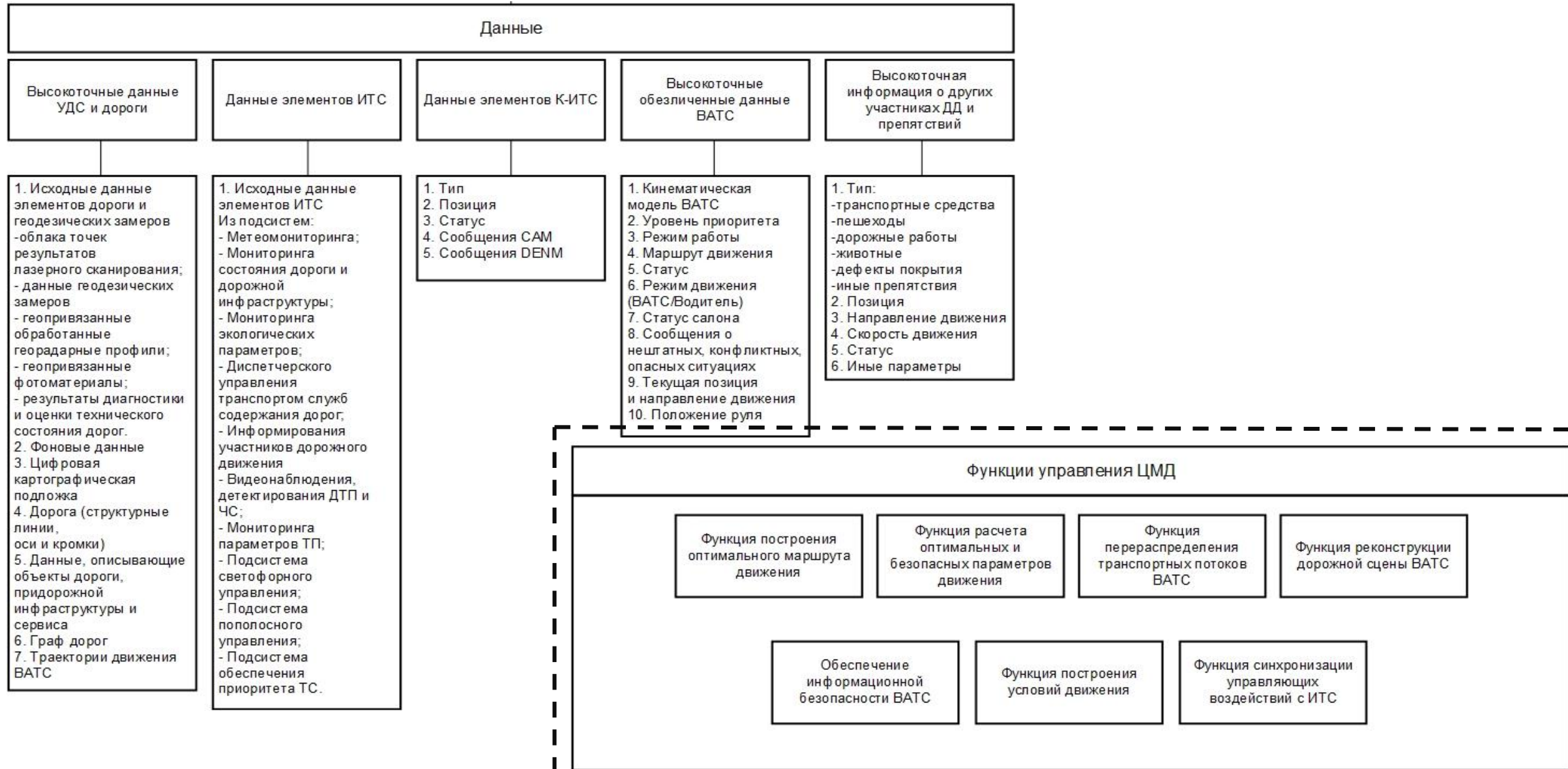


Цифровая модель транспортно-дорожного комплекса



Элементы цифровой модели дороги

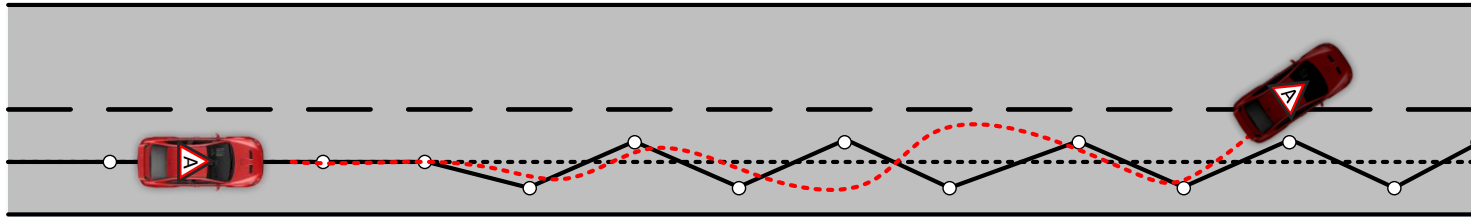
Архитектура данных ЦМДД



Точность статических данных ЦМДД для движения ВАТС

Требования к локальной и глобальной точности

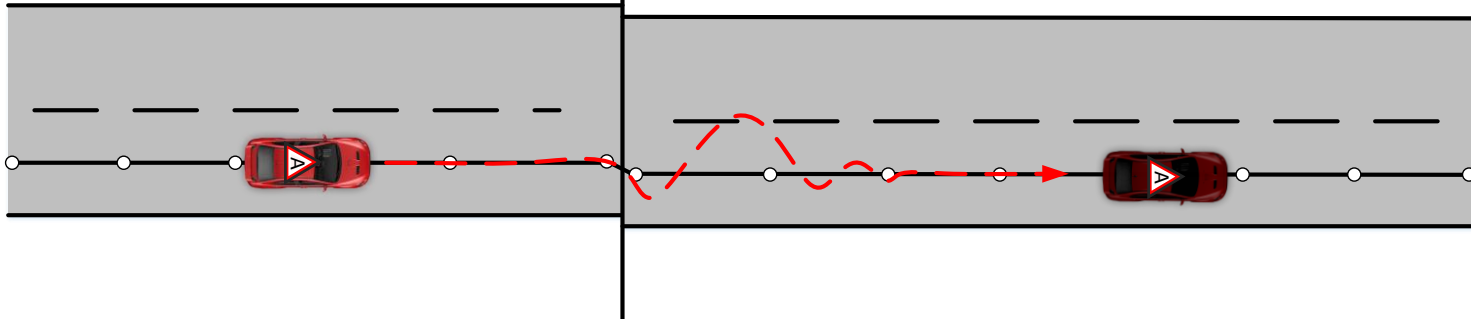
Локальная точность



Глобальная точность

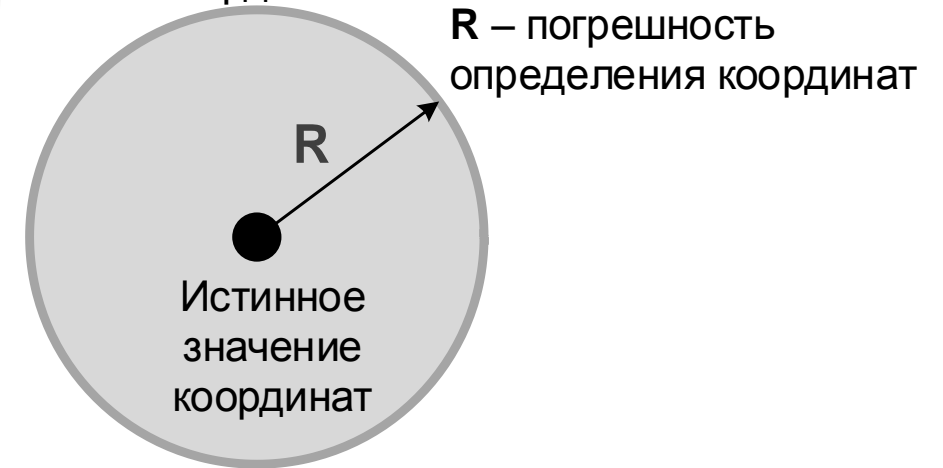
Участок дороги 1

Участок дороги 2

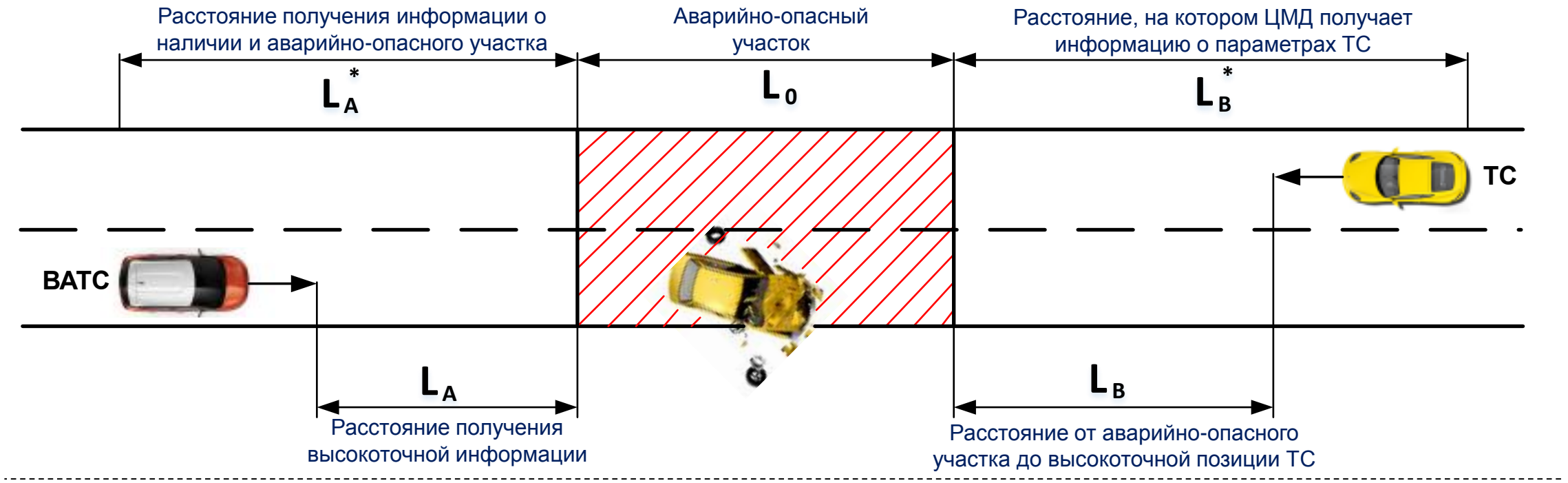


Определение погрешности точечных объектов

Возможные значения координат

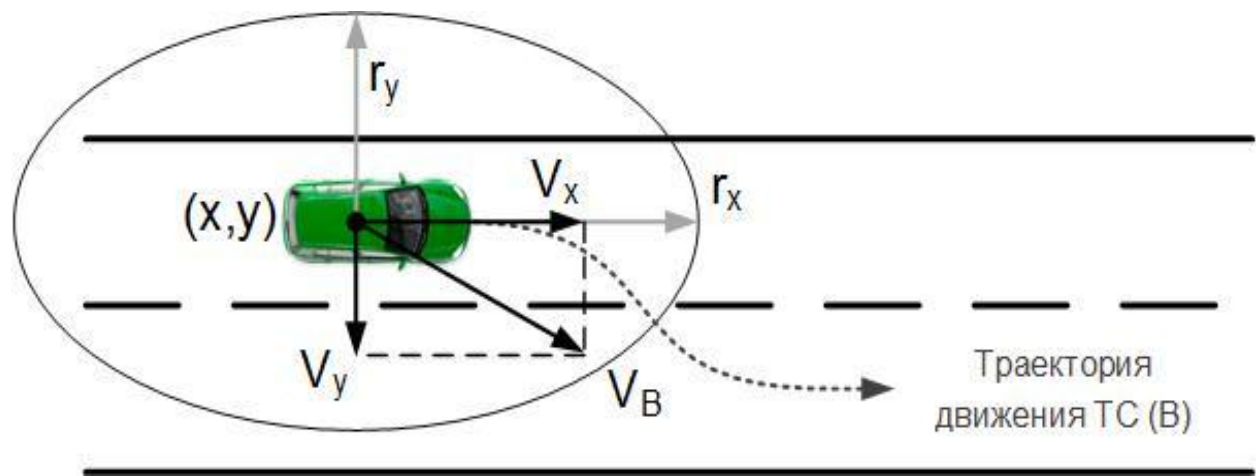


Определение параметров детектирования ЦМД динамических объектов



- V_A – скорость БАТС на подъезде к аварийно-опасному участку;
- t_A – время реагирования БАТС(А) на ТС(В), с;
- j_A – замедление БАТС(А) в комфортных для водителя условиях;
- V_B – скорость динамического препятствия на подходе к аварийно-опасному участку;
- t_B – время, необходимое для подъезда БАТС к аварийно-опасному участку;
- N – количество полос движения в направлении движения БАТС;
- t_n – время перестроения на соседнюю полосу движения.

Определение основных составляющих процесса формирования погрешности в определении в реальном времени положения динамических объектов



$$R = F(r_x; r_y; V_x * t; V_y * t);$$

$$R_x = r_x + V_x * t;$$

$$R_y = r_y + V_y * t,$$

где:

r_x – погрешность в определении положения динамических объектов вдоль оси полосы дороги;

r_y – погрешность в определении положения динамических объектов перпендикулярно оси полосы дороги;

t – время запаздывания определения положения динамических объектов перпендикулярно оси полосы дороги относительно реального времени.

R_x – погрешность в определении в реальном времени положения динамических объектов вдоль оси полосы дороги;

R_y – погрешность в определении в реальном времени положения динамических объектов перпендикулярно оси полосы дороги.

Этапы создания цифровой модели дорожного движения

1. Создание сети базовых станций дифференциальных поправок.
2. Высокоточная цифровая съемка дороги.
3. Создание цифровой модели дороги.
4. Установка оборудования К-ИТС.
5. Сбор данных об условиях движения.
6. Стратегическое управления движением автономных и беспилотных транспортных средств.

Движение высокоавтоматизированного транспортного средства по ЦМДД



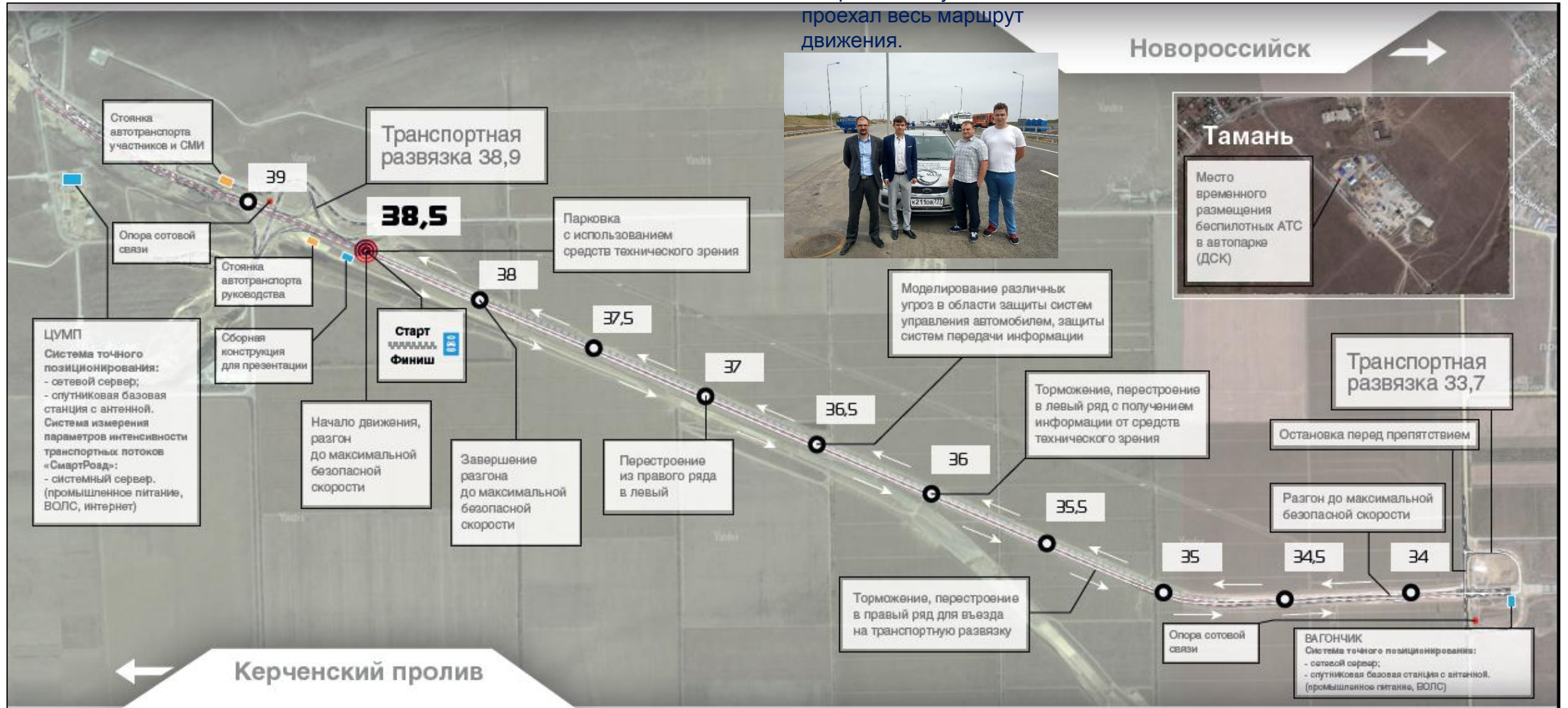
Краткосрочная перспектива развития:

Реализация автономного движения в смешанном транспортном потоке по автомагистралям

Взаимодействие автономного транспортного средства с цифровой моделью дороги:

1. Получение высокоточной карты с актуальной схемой организации дорожного движения (направления движения, дорожные знаки, дорожная разметка).
2. Построение маршрута движения.
3. В процессе движения получение информации о дорожной обстановке: погодные условия, ДТП, заторы, безопасная скорость движения.
4. Возможность объезда статических и динамических препятствий с помощью технического стереозрения.
5. Возможность обмена информацией по технологиям V2X (DSRC, G5, LTE-A).
6. Защита от несанкционированного доступа и обеспечение кибербезопасности транспортного средства.

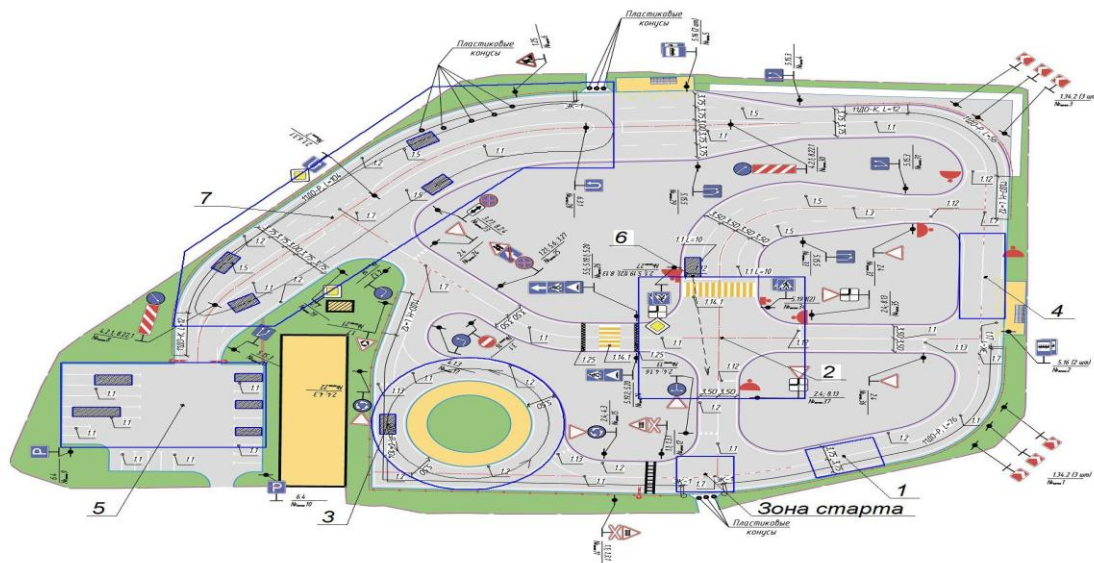
Автомобиль МАДИ один из трех БПТС успешно проехал весь маршрут движения.



Технологический конкурс «Зимний город» (2019 г.)

ЗАДАЧА: разработать ПО и аппаратное обеспечение (высокопроизводительные сенсоры, бортовые вычислительные комплексы, механизмы управления) для управления БПТС в автономном режиме в зимнее время года и в разное время суток, учитывая возможное отсутствие дорожной разметки и низкую различимость дорожного полотна, с достижением уровня безопасности управления ТС сопоставимого с уровнем управления ТС среднестатистическим водителем

Полигон НАМИ – место проведения технологического конкурса «Зимний город»



В результате команда МАДИ является:

- одной из 5 команд прошедших в финал;
- одной из 3 команд, выполнивших 7 из 8 заданий;
- единственной командой, выполнившей не менее 6 заданий за одну попытку.



Запуск беспилотного автомобиля на территории Первой градской больницы имени Н. И. Пирогова (2020 – 2021г.г.)

Проведение испытаний беспилотного автомобиля ГБУ «МосТрансПроект» и университета МАДИ, запущенного на территории Первой Градской больницы имени Н.И. Пирогова.

При реализации проекта по запуску беспилотного движения:

- транспортное средство оснащено техническими средствами для автономного движения;
- разработан цифровой двойник участка дороги;
- изменена схема организации дорожного движения на рассматриваемой территории больницы.

Данный проект позволил минимизировать контакт между пациентами, больными вирусными заболеваниями (в том числе COVID-19), и персоналом больницы.



Беспилотное транспортное средство



Прототип ЦМДД в виде «цифрового двойника»

Запуск «беспилотного паркона» (2020 – 2021г.г.)

В рамках реализации проекта по развитию беспилотного транспорта ГБУ«МосТрансПроект» и университет МАДИ провели запуск первого в мире «беспилотного паркона» (автомобиль с комплексом фото-видеофиксации), который на постоянной основе администрирует центральные улицы г. Москвы и фиксирует нарушения правил парковки.

В процессе реализации были выполнены следующие работы:

- разработка «цифрового двойника» участка дороги в центральной части г. Москвы;
- Оснащение «беспилотного паркона» техническими средствами для автономного движения;
- Прохождение сертификации.



Проведение исследований по организации взаимодействия ЦМДД и ВАТС

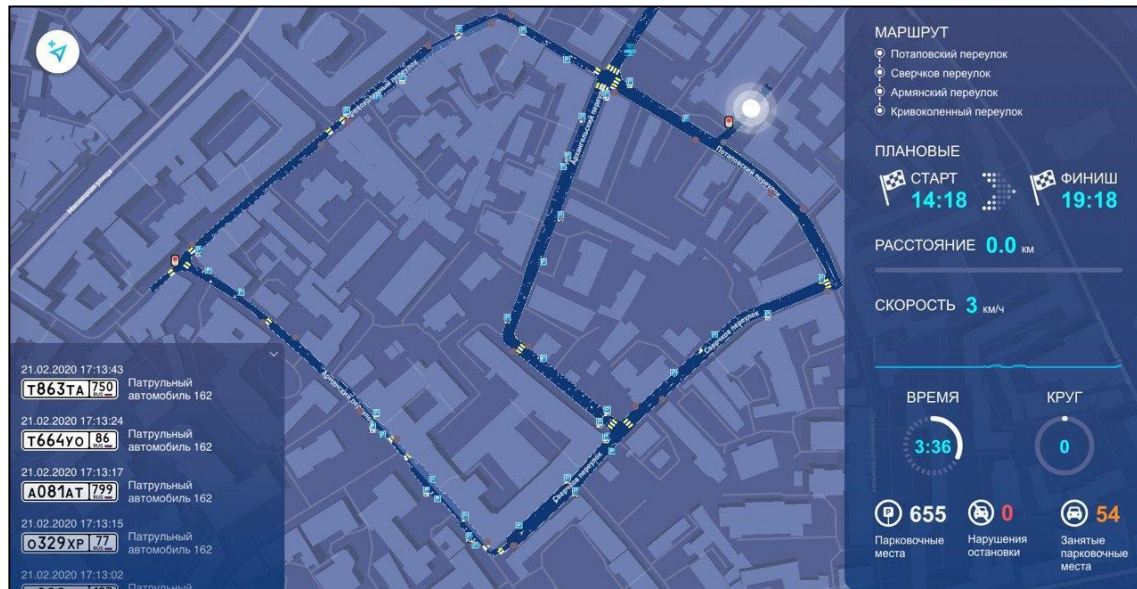
Процесс инициализации включает в себя передачу информации между ЦМДД и ВАТС.

Передаваемые данные:

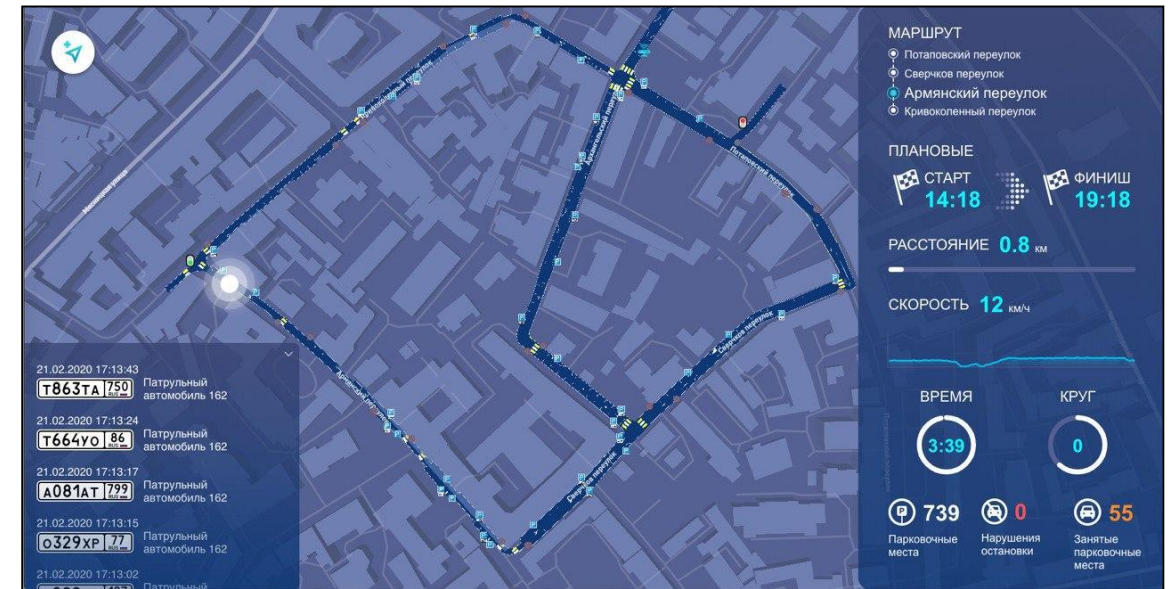
- MAC-адрес (ВАТС-ЦМДД);
- IMEI (ВАТС-ЦМДД);
- Стандарт системы координат ВАТС (ВАТС-ЦМДД);
- Текущее месторасположение ВАТС (ВАТС-ЦМДД);
- Высокоточная карта маршрута (ЦМДД-ВАТС);
- Оптимальный маршрут движения ВАТС (ЦМДД-ВАТС).

В процесс активного взаимодействия входят:

- Базовый сценарий, внутри которого происходит передача данных в ЦМДД о месторасположении ВАТС, о его скоростном режиме и планируемых действиях;
- Дополнительный сценарий – передача информации с транспортного детектора и виртуального светофорного объекта, а также передача безопасной скорости движения в зависимости от текущих погодных условий от ЦМДД к ВАТС.



Отображение проинициализированного ВАТС на ЦМДД



Отображение ВАТС подъезжающего к светофорному объекту

Спасибо за внимание!