

Уровни автоматизации управления автомобилем согласно SAE

	Название режима	Описание режима	Рулевое управление, газ/тормоз	Мониторинг внешней среды	Управление транспортным средством в экстренных случаях	Возможности системы (режимы вождения)
0	Ручное управление	Полное управление автомобилем осуществляет водитель	Водитель	Водитель	Водитель	--
1	Помощник водителя	Полное управление автомобилем осуществляет водитель с возможностью использования информационной поддержки электронной системы помощи водителю	Водитель + система	Водитель	Водитель	Некоторые режимы вождения
2	Частичная автоматизация	Одна из систем управления (газ/тормоз, рулевое) может быть автоматизирована по желанию водителя	Система	Водитель	Водитель	Некоторые режимы вождения
3	Условная автоматизация	Управление автомобилем осуществляет система автоматического управления автомобилем при условии, что водитель будет полностью контролировать систему и, при необходимости, вмешиваться в процесс управления	Система	Система	Водитель	Некоторые режимы вождения
4	Высокая автоматизация	Управление автомобилем осуществляет система автоматического управления автомобилем, даже если водитель будет не надлежащим образом вмешиваться в процесс управления	Система	Система	Система	Некоторые режимы вождения
5	Полная автоматизация	Полное управление автомобилем осуществляет система автоматического управления автомобилем	Система	Система	Система	Все режимы вождения

Интеллектуальная система взаимодействия автомобиля с окружающей средой

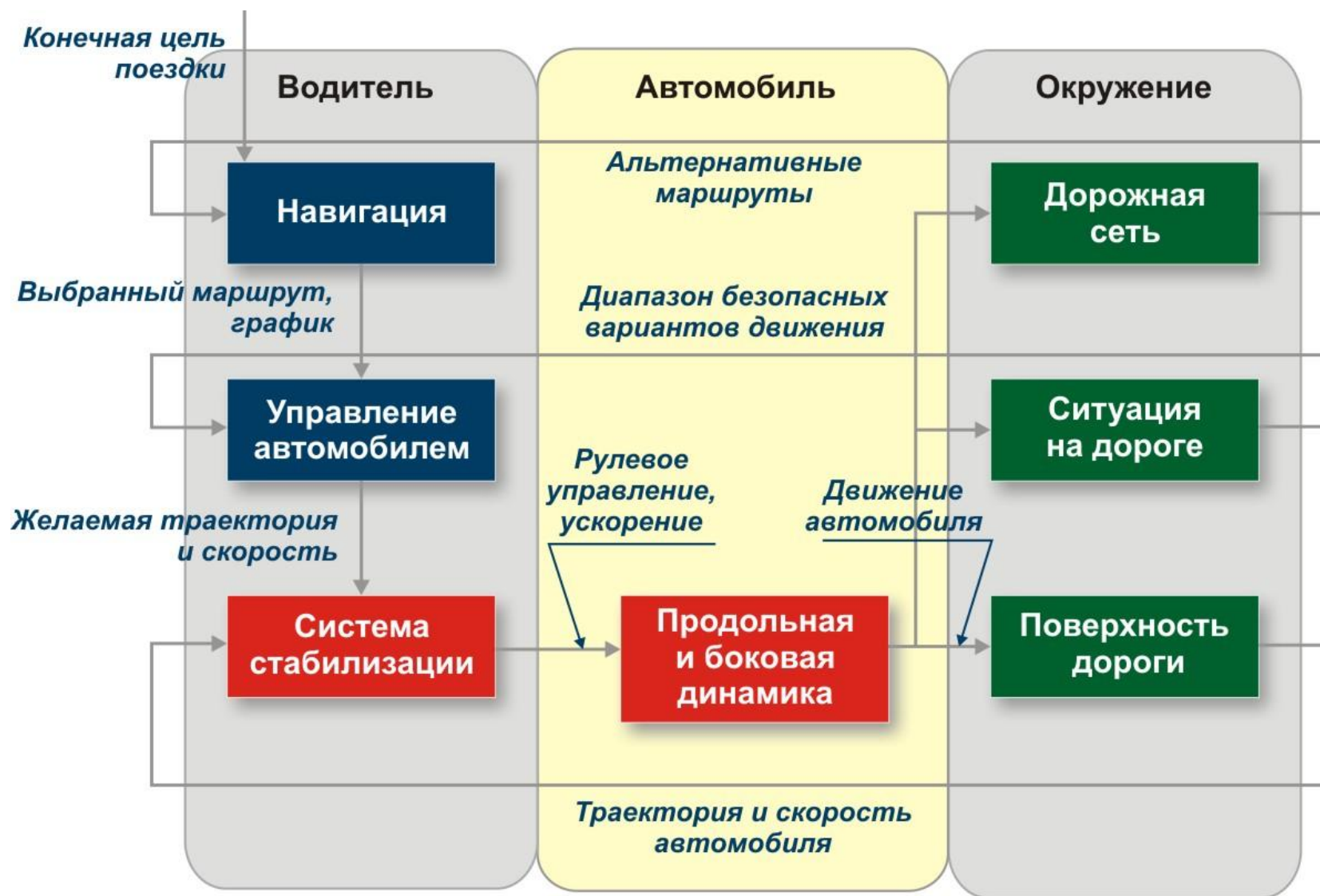


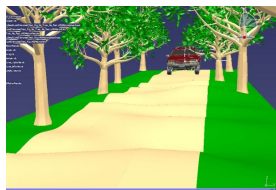
Схема исследования динамики транспортного средства на различных поверхностях и при разных условиях



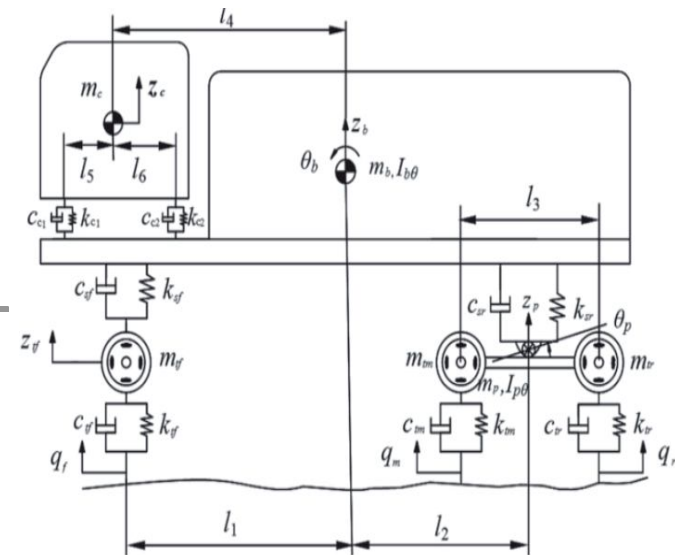
**Исследование
динамики
автомобиля**



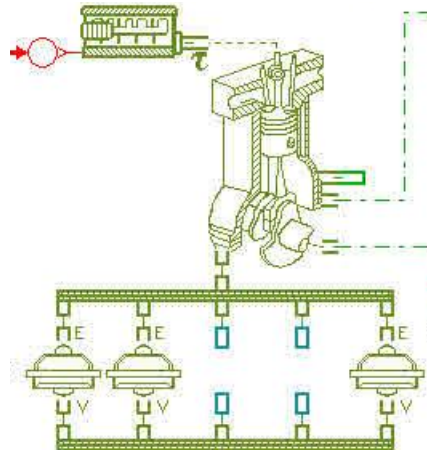
**Исследование
динамики
колеса**



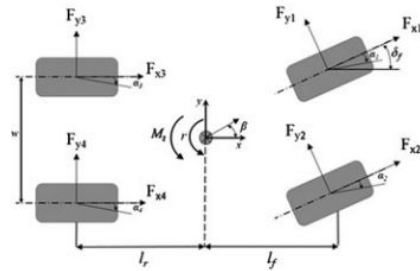
**Исследование
профиля дороги**



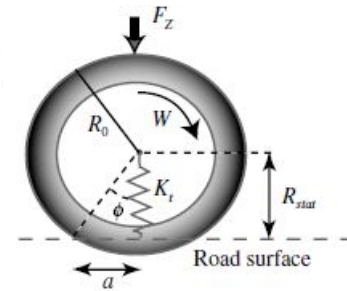
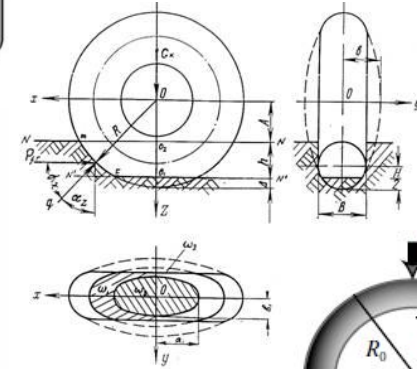
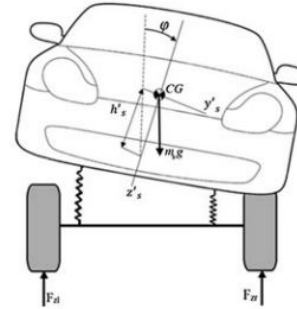
Моделирование систем автомобиля



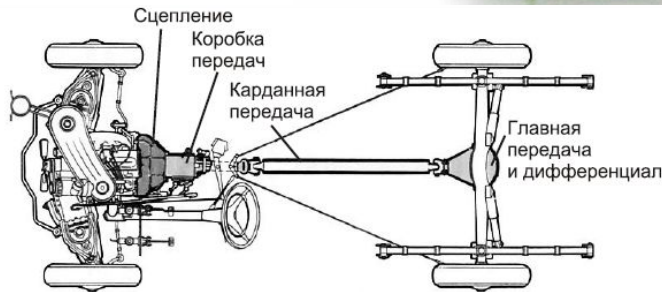
Модель двигателя



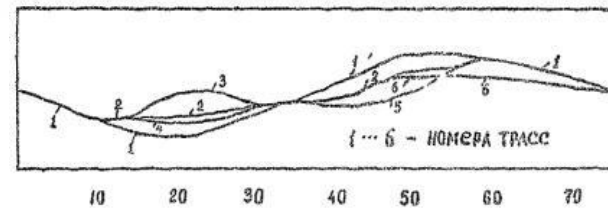
Модель шасси



Модель колеса



Модель трансмиссии



Модель профиля дорожного покрытия

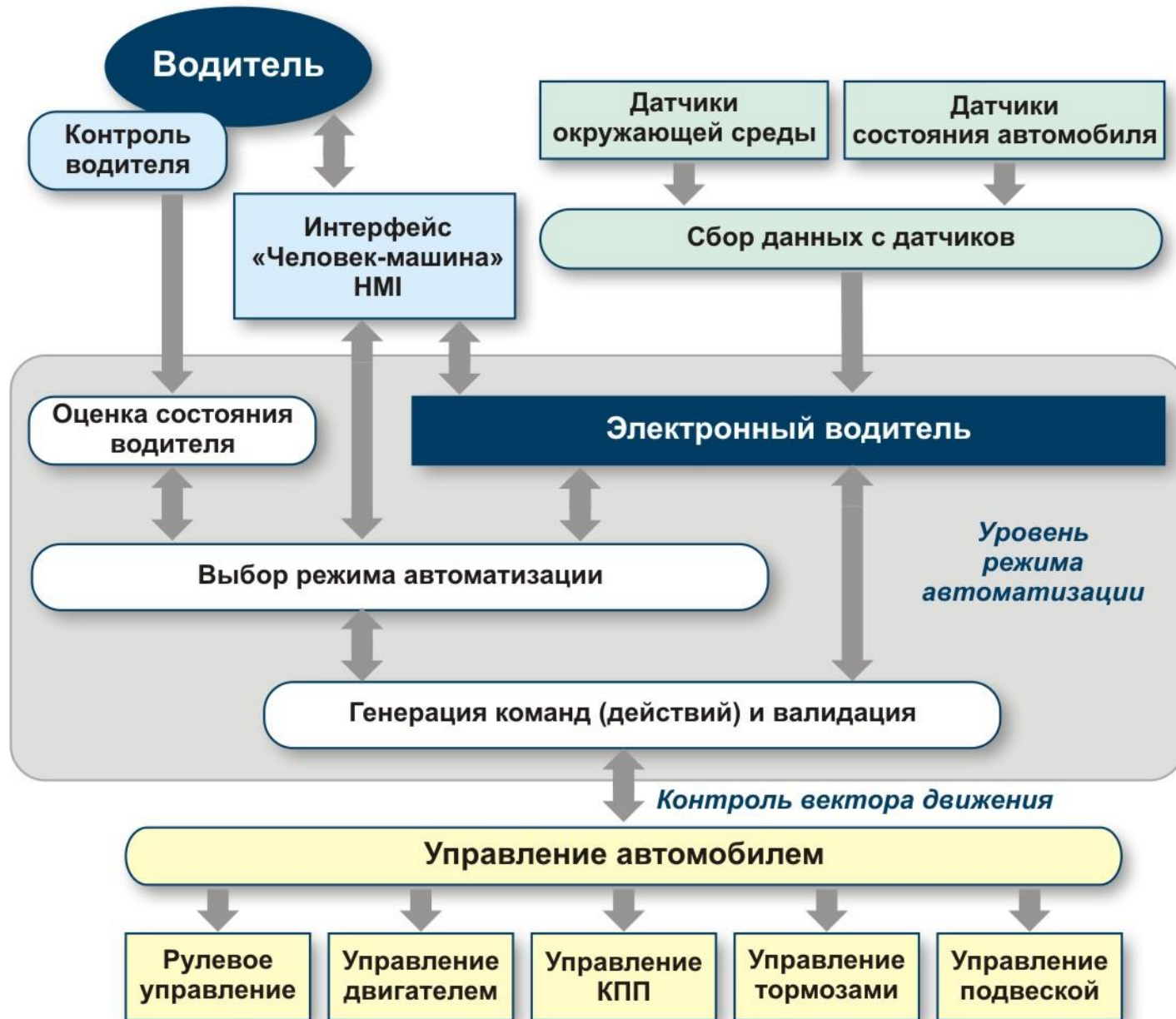
Принципиальная схема адаптивного интеллектуального транспортного средства

Идентификация состояния

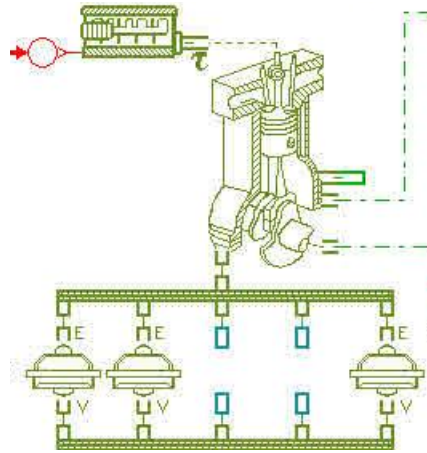
Анализ состояния



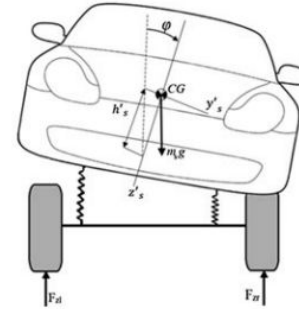
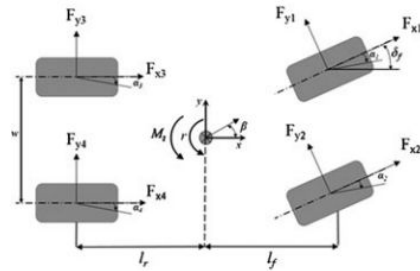
Схема управления автомобилем



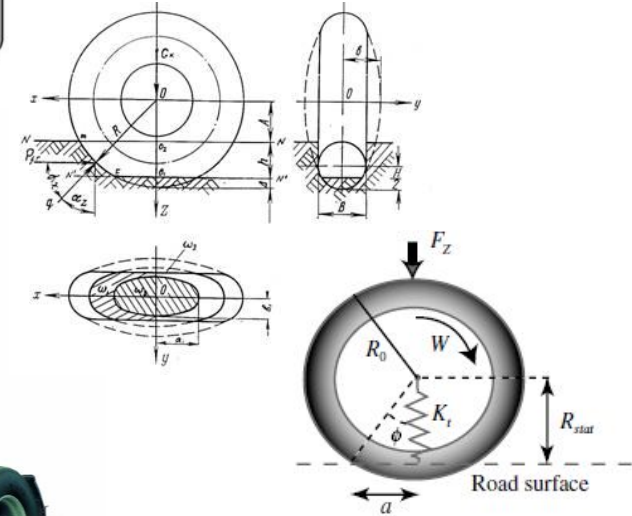
Моделирование систем автомобиля



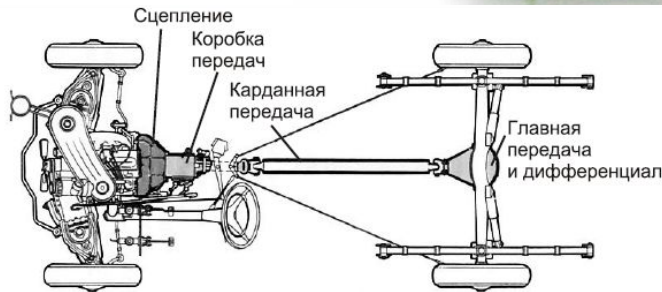
Модель двигателя



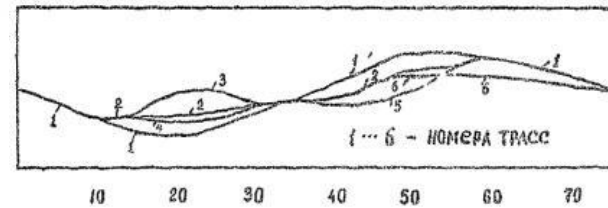
Модель шасси



Модель колеса

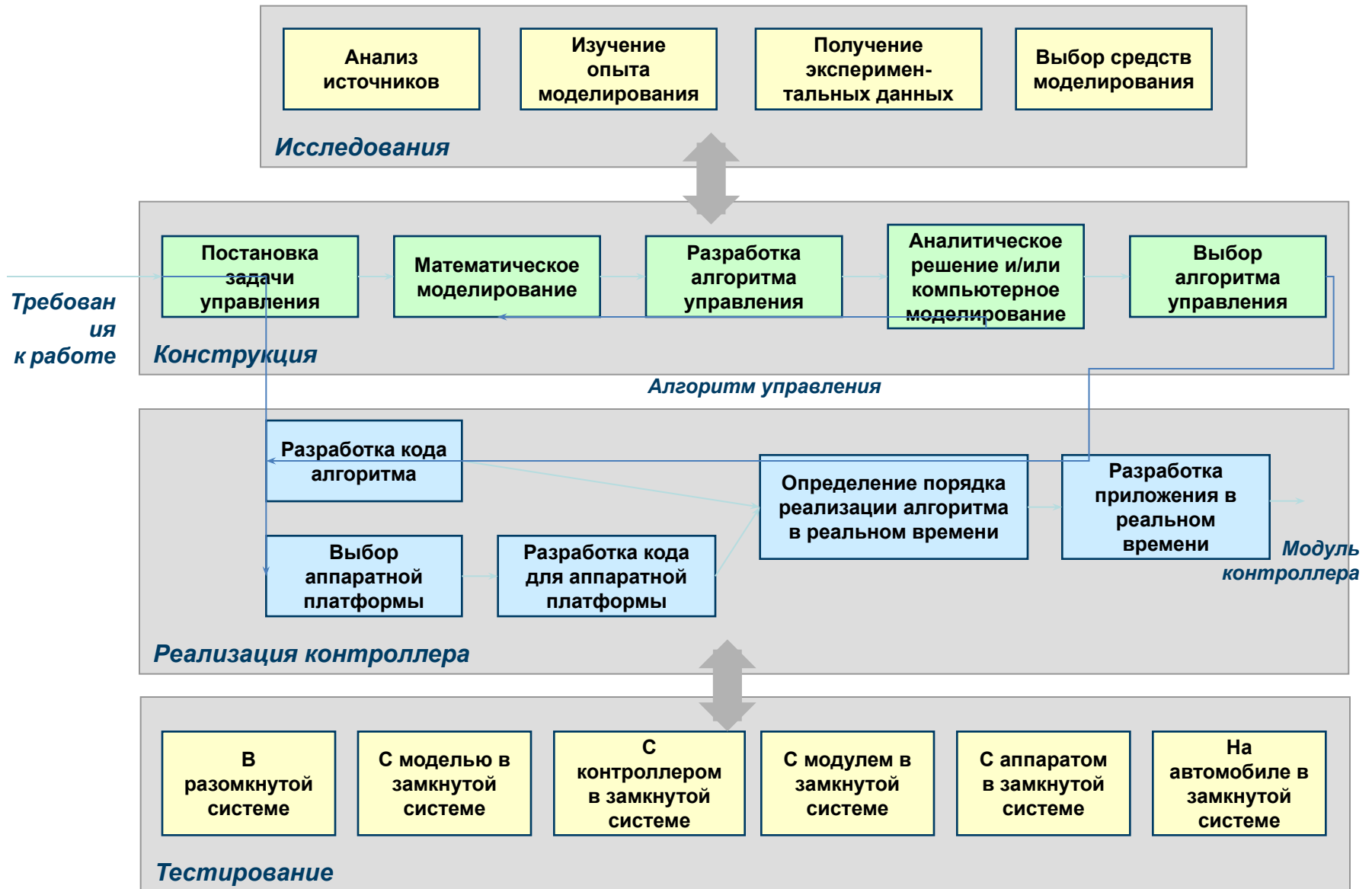


Модель трансмиссии



Модель профиля дорожного покрытия

Контроль модельного проектирования и процесса развертывания



ЗАДАЧИ

Главные задачи, которые разработчикам беспилотных автомобилей необходимо решить, сводятся к следующим:

- **определение собственного местоположения на дороге / местности;**
- **мониторинг и анализ действий окружающих подвижных и стационарных объектов;**
- **информационное взаимодействие с элементами окружающей дорожной обстановки, диспетчерским центром, службой технического обеспечения;**
- **соблюдение скоростного режима потока, рядности, безопасной дистанции движения;**
- **экстренное торможение или изменение траектории движения для предотвращения ДТП.**

***Мировые автопроизводители** - Audi, Daimler, Dodge, FIAT, Ford, Freightliner, KAMAZ, KIA, Nissan, Toyota и многие другие – активно работают над технологиями автопилотирования колесных транспортных средств.*

Одним из признаков этого является то, что автопроизводители начали активно наращивать свой IT-потенциал. Корпорация General Motors за миллиард долларов приобрела разработчиков программного обеспечения Cruise Automation. Группа Ford приняла решение утроить численность инженеров в сегменте автономных систем управления.

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

Работа по проекту «Авторобот» ведется в трех направлениях:

- **SmartPilot** – создание умных помощников для автомобиля, которые помогают водителю: могут затормозить автомобиль в случае опасности, осуществляют адаптивный круиз-контроль;
- **AirPilot** – создание машин с дистанционным управлением;
- **RoboPilot** - позволяет машине работать вообще без водителя или в режиме Автопилота, когда водитель имеет возможность отвлечься на некоторое время от управления грузовым автомобилем. Ожидается, что на дорогах общего пользования такие беспилотники могут появиться в 2025-27 годах.



- **Беспилотный автомобиль**
- **Автопилот**
- **Электронные помощники водителя**

Робот: Снижение затрат: (высокая эффективность перевозок, повышение пропускной способности, повышение средней скорости движения и прочее, экономия топлива).

Автопилот: Освобождение водителя от обязанностей (теперь - только пассажиры).

ADAS (помощники водителя): Существенное повышение безопасности движения.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

В бюджете 2016 г. на поддержку производства беспилотников заложено **2,2 млрд руб.** Документ Минпромторга описывает, каким образом они могут быть распределены. Оплатить из бюджета можно расходы на НИОКР, зарплату сотрудников (всего над проектом должно работать не менее 300 человек, 100 рабочих мест должны быть новыми), лизинговые платежи за оборудование и проч. Для этого субсидируемой компании необходимо создать опытные образцы систем управления двигателем и оборудованием салона автомобиля, открыть собственный научно-технический центр и предоставить готовый бизнес-план на ближайшие 5 лет.

С учетом общей стоимости проекта, ожидается дополнительное финансирование (стоимость проекта может достичь **20 млрд. руб.**, это разработка беспилотного грузовика, создание полигона, практические испытания и переход к стадии промышленного использования).

Этот проект интересен как с точки зрения гражданского применения, так и с военной точки зрения. На реализацию проекта *Министерство Обороны РФ выделило **18 млрд. руб.*** Планируется, что беспилотные КамАЗы появятся в 2017 году.

На сентябрь 2016 года в проект «Беспилотный Камаз» государство в лице Минобрнауки выделило **около 300 млн. руб. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014—2020 годы».** Около **90 млн. руб. инвестиций принадлежат ПАО «Камаз».** На «ВИСТ Групп» возложены подбор аппаратной части и разработка алгоритмов управления автомобилем, Cognitive Technologies отвечает за блок технического зрения, алгоритм распознавания объектов и передачу данных на оборудование «ВИСТ Групп».

Осенью 2015 года газета "Известия" сообщила о том, что в России действует Рабочая группа по автотранспорту без водителя, которая представила Помощнику президента России Андрею Белоусову План организации в стране движения беспилотного автомобильного транспорта (БПТС). Руководит группой Генеральный директор ОАО "КамАЗ" Сергей Когогин.

На реализацию плана, включая подготовку участков дорог, приспособленных для движения БПТС, понадобится **60,8 млрд. рублей.** При оптимистичном сценарии развития событий первые беспилотники могут появиться на российских дорогах уже в 2020 году.

Военная техника



*Армия США совместно с компанией Oshkosh Defense® успешно провела ряд испытаний новых беспилотных грузовиков различного назначения. Управление автомобилем осуществляется на основе команд, вырабатываемых на основе данных **многофункциональной системы TerraMax® UGV.***

Система TerraMax® представляет собой комплект датчиков и приемников излучений различных видов и диапазонов для установки практически на любой колесной машине и превращения её в беспилотное транспортное средство (UGV – unmanned ground vehicle). Перед Армией США стояла задача: к 2015 году оборудовать треть оперативных машин различного назначения системами беспилотного управления.

Беспилотные микроавтобусы



Голландская маршрутка WEpod EZ-10



Беспилотный микроавтобус Olli из США



Российский беспилотный электромикробус

НАМИ отвечает за концепцию, инжиниринг, беспилотные технологии и программное обеспечение автомобиля.

Яндекс разрабатывает единую информационную систему, которая будет помогать беспилотникам ориентироваться в пространстве и коммуницировать друг с другом.

КАМАЗ занимается производством и маркетингом автомобилей.

Беспилотные городские автобусы



"Автобус будущего" от Даймлера Future Bus.

Машина прошла весь маршрут протяженностью 32 километра, время от времени развивая максимальную скорость 68 кмч. Автобус выполнил ряд маневров: пересек 26 светофоров, выполнил ряд перестроений из ряда в ряд, совершил несколько обгонов – и все без участия человека. В автобусе находились пассажиры: инженеры компании и представители СМИ.



Китайский беспилотный автобус Yutong

Грузовики без шофера



Грузовик от Даймлера Future Truck 2025



Беспилотный БелАЗ



"Вдохновение" - Inspiration Truck om Freightliner

Скорость движения по автострате составила до 85 кмч. Автомобиль уверенно реагировал на изменения скорости и рядности других участников теста. Беспилотник также корректно среагировал на появление автомобиля пожарной бригады: он заблаговременно принял вправо и пропустил её.

Движение самосвала к месту погрузки или разгрузки в автономном режиме обеспечивается GPS/ГЛОНАСС. Оптико-электронная система обеспечивает безопасность при любых погодных условиях, в любое время суток. Опытный оператор в непрерывном технологическом цикле успешно управляет четырьмя-пятью роботизированными самосвалами.

Как работает беспилотник

«КамАЗ»-беспилотник ориентируется благодаря камерам и датчикам



2 Камеры расположены на крыше, в кабине (за лобовым стеклом), на переднем бампере и по бокам. Расположение может меняться в зависимости от модификации. Камеры следят за дорогой. Могут видеть в темноте и при плохой погоде.

1 Датчики установлены по всему периметру грузовика. Они определяют качество дороги и условия (например, насколько ухудшились условия из-за дождя). Также могут предупредить о столкновении (как парктроник).



Сигналы с камер, датчиков и радара поступают в бортовой компьютер в кабине, и система выбирает из заранее прописанных сценариев действий: торможение, поворот и т. д. Компьютер подает сигнал на блок управления под капотом.



Главный ориентир - не разметка (как у зарубежных аналогов), а визуальная информация, полученная с камер.

ЧТО УМЕЕТ БЕСПИЛОТНЫЙ «КАМАЗ»

- Распознавать помехи на дорожном полотне с расстояния 70 - 100 метров (в зависимости от погоды).
- Совершать простые маневры типа змейка, разворот и поворот.
- Двигаться в автоколонне.
- Останавливаться перед препятствиями.
- Понимает дорожную разметку и знаки.
- Опытный образец развивает скорость до 60 км/час.

Дмитрий ПОЛУХИН

Машина с помощью специальных датчиков может распознавать дорожную обстановку, то есть границы дороги, ширину полос, выбоины. Заодно система распознает дорожные знаки, пешеходов и даже животных, выбегающих на проезжую часть. Время реакции - не больше 0,3 секунды. Кстати, считается, что средняя скорость реакции мужчины на включение тормозов - 0,57 сек., женщины - 0,62 сек.

«КамАЗ-беспилотник» прошел первые испытания на трассе Москва - Санкт-Петербург и проехал без водителя 10 км.



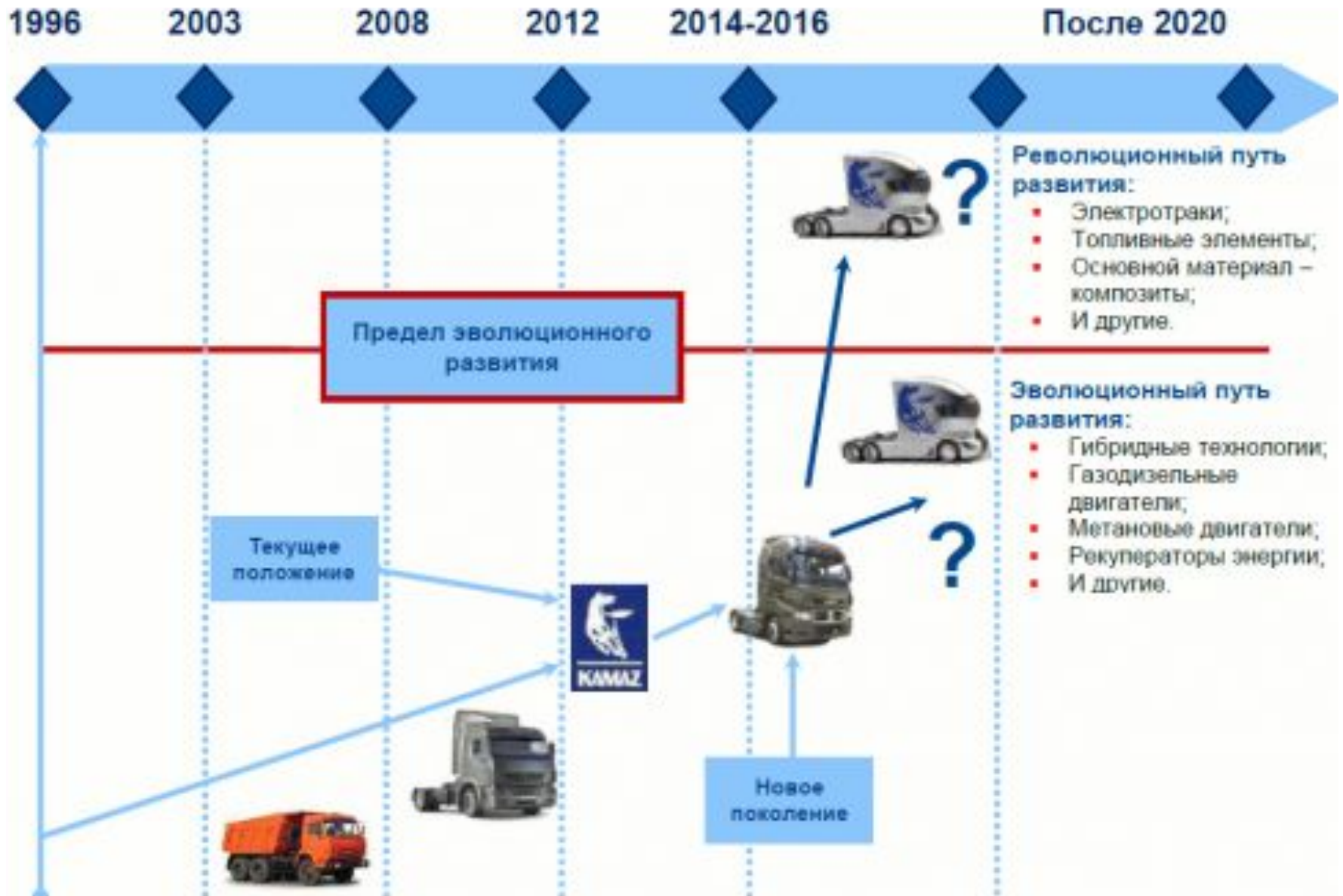
Ключевые инновации нового поколения КАМАЗ



Для работы БПТС требуется множество новых технологий, а также значительное усовершенствование уже существующих



Пути развития



Единое информационное пространство



Интеллектуальные системы КАМАЗ



Проблемы:

1) Передача права решения о действиях от водителя к машине. Ключевая точка: кто следит за дорожной сценой?



2) Аварийная ситуация («не справился с управлением»): кто принимает на себя ответственность?



3) Нечеткие правила дорожного движения: как оценить «нечеткость»?

Цитата ПДД: Подача сигнала указателями поворота должна производиться заблаговременно...



заблаговременно... заблаговременно...

Возможное решение проблем:

- 1) Автопилот в **строго** регламентированных условиях (например: автобан, карьер, внутризаводская территория).
- 2) Нарушение условий и правил, приведшее к аварии влечет ответственность того, кто эти условия нарушил (подпись в документе о прохождении техники безопасности).
- 3) В случае распознавания системой безопасности нарушения строгих правил – остановка автомобиля / передача контроля и ответственности водителю.



Городская среда



Слишком много
«нечетких» правил
- неэффективность
автопилота

Что делать?

Инфраструктура и законодательство:

- Сокращать число «нечетких ситуаций» (совершенствовать инфраструктуру, а не только автомобиль). Car-to-x, Intelligent Transport System
- Ужесточать ПДД
- Закрывать дороги от пешеходов и не роботизированных автомобилей

Автомобиль:

- Учиться распознавать все события, которые возможны и повышать эффективность автопилота в нечеткой среде



KAMAZ

Кооперация с ВУЗами и научными организациями



МГТУ им. Н. Э. Баумана
Кафедра «Колесные машины»

Научные основы автомобилестроения, патентные и литературные обзоры. Разработка агрегатов и узлов, интеллектуальных систем автомобиля, математических моделей и методик расчётов и испытаний



ФГУП НАМИ
Центр Информационных
и Интеллектуальных Систем

Математическое моделирование, проектирование электронных систем, разработка блоков управления и программного обеспечения.



МИРЭА
кафедра «Проблемы
управления»

Аппаратно-программный комплекс бортовой системы управления роботизированной автомашины



ЮУрГУ
кафедра «Колесные,
гусеничные
машины и автомобили»

Научные основы автомобилестроения
Разработка агрегатов и узлов, интеллектуальных систем автомобиля, математических моделей и методик расчётов и испытаний



НИИАЭ
отдел систем
электропитания

Разработка электрических агрегатов и узлов автомобиля: тяговые электроприводы, электроусилители рулевого управления. Система технического Зд-зрения.



**К(П)ФУ, Набережночелнинский
институт (филиал)**
Кафедра прикладной математики и
информатики

Перспективные системы управления трансмиссией, оптимизации распределения мощности среди потребителей на транспортном средстве. Системы управления роботом.

**Когнитив Технологии, МИСиС, ЦНИИ РТК, ИПУ РАН, ИПМ РАН, ИПМех РАН, НИИ
МВС ЮФУ, МИЭТ, ИМ МГУ**



Схема работы ВУЗов, Технопарков и ОАО КАМАЗ

ВУЗы:

- **Научно-исследовательские работы:**
 - **Обзор рынка и выявление тенденций, патентный поиск**
 - **Научное обоснование возможности реализации проектов**
 - **Расчеты, мат. моделирование, концепции**
 - **Разработка алгоритмов, методик испытаний**
- **Участие в испытаниях и корректировка алгоритмов и конструкции**

ОАО КАМАЗ, Индустриальный партнер:

- **Инженерная поддержка при внедрении систем:**
 - **Разработка 3д-моделей и конструкторской документации**
 - **Программирование электронных блоков управления**
 - **Предоставление протоколов управления системами автомобиля**
- **Изготовление и испытание прототипов**
- **Экономика проекта (бизнес-планы, фин. модели)**
- **Внедрение в серийное производство**
- **Совместное оформление патентов**

Технопарки:

- **Сбор команд разработчиков и консорциумов ВУЗов**
 - **Поиск стартапов, интересных КАМАЗу и Инвестору разработок**
- **Помощь в поиске субсидий и грантов, оформление конкурсных заявок**
 - **На этапе подачи (обоснование)**
 - **На этапе работы (патентование, отчетность, сдача работ заказчику)**



Грузовые автомобили КАМАЗ с дистанционным и автономным управлением

АВТОРОБОТЫ



Коммерческое применение:

Горнодобывающая отрасль (автомобили с дистанционным и автономным управлением) – самосвалы с особо большой грузоподъемностью от 30 тонн (нагрузка на ось от 16 тонн) с колёсными формулами 8x4, 8x6, 10x4.



Некоммерческое применение:

- 1) МЧС (автомобили с дистанционным управлением) – пожарный автомобиль бхб и др.;
- 2) МО (автомобили с дистанционным и автономным управлением) – бортовые автомобили, фургоны и спецтехника бх4, бхб, 8х8, 4х4 и т.д.

Применение:

- ✓ работа в составе конвоя;
- ✓ перевозка груза по небезопасной территории без участия водителя и т.д.



Внутризаводское применение:

Роботизированные технологические тягачи для внутризаводских перевозок (между заводами и цехами) по внутренним дорогам



Перечень промышленных технологий по программному обеспечению

- Алгоритмы распознавания дорожной обстановки в реальном времени:
 - Обработка видеопотока и распознавание и классификация окружающих объектов
 - Обработка и распознавание звуковых сигналов и управляющих команд;
 - Обработка данных со сканирующих сенсорных систем (лазерных, радаров, ультразвуковых);
 - Обработка данных диагностики и мониторинга систем авторобота;
- Алгоритмы системы управления роботом в реальном времени:
 - Объединение данных сенсорных систем, технического зрения, навигации, самодиагностики;
 - Принятие решения о дальнейшем движении и обработка путевого задания;
 - Выработка управляющих сигналов на мехатронные исполняющие системы автомобиля;
- Алгоритмы обработки и передачи телеметрической информации на оператора-контролёра
 - сшивка видеоизображения кругового обзора в 360°- обзор;
 - дополненная реальность (наложение дополнительной информации для оператора на видеопоток);
 - отображение тактических карт и взаимодействие робота в составе группы, подразделения.



Перечень промышленных технологий по аппаратной части

- Приемники спутниковых навигационных систем и станции дифференциальных поправок;
- Инерциальные измерительные системы на линейных акселерометрах и гироскопах;
- Сканирующие лазерные дальнометры (2D, 3D);
- Радары;
- Ультразвуковые датчики;
- Бортовые контроллеры и компьютеры с высокой вычислительной мощностью;
- Системы технического зрения: видеокамеры высокого разрешения и высокопроизводительные компьютеры автомобильного исполнения для обработки видеопотока в реальном времени;
- Системы ввода-вывода информации для оператора-контролёра
 - приемо-передающее оборудование с высокой пропускной способностью на дальние расстояния;
 - системы отображения информации о состоянии работа оператору-контролёру;
- Исполнительная мехатроника автомобиля:
 - электро-гидроусилитель руля с электронным управлением;
 - автоматическая или роботизированная КП с электронным управлением;
 - коробки отбора мощности для полезной надстройки с электронным управлением;
 - двигательные установки с электронным управлением (электронная педаль газа);
 - тормозные системы с электронным управлением (электронная педаль тормоза).



Перечень промышленных технологий

системы управления автомобилем, энергоэффективные компоненты

- ✓ Разработка энергоэффективной версии двигателя внутреннего сгорания, входящего в состав КЭУ, оснащаемого магнитными толкатели клапанов ГРМ со встроенным генератором, отключение цилиндров на частичных нагрузках, электротурбокомпрессором (возможно механический компрессор с электроприводом первой ступени), электротурбокомпаундом, масляный насос переменной производительности с электроприводом, термоэлектрическим рекуператором тепла выхлопных газов по циклу Ренкина, термоэлектрическим рекуператором тепла выхлопных газов по принципу Зейбека, вентилятор системы охлаждения с электроприводом, насос ГУР с электроприводом;
- ✓ Разработка электромеханического усилителя рулевого управления;
- ✓ Разработка пневмокомпрессора с электроприводом, отличающегося высокими удельными показателями, для электрических ТС, отключаемого пневмокомпрессора для гибридных ТС;
- ✓ Разработка инновационных проводящих материалов электрических высоковольтных систем позволяющих снизить материалоемкость и потери энергии в проводниках; Разработка жгутов проводов на основе инновационных материалов;
- ✓ Разработка пневматических шин с низким сопротивлением качению;
- ✓ Разработка системы управления автомобилем оснащенного тяговым электроприводом или гибридным приводом, построенной на инновационных алгоритмах и логике управления позволяющих достичь максимальной энергоэффективности и экологичности. Разработка программного обеспечения и аппаратной части для одиночных автомобилей и автопоездов;
- ✓ Разработка системы управления расширителем, построенной на инновационных алгоритмах и логике управления позволяющих достичь максимальной энергоэффективности и экологичности. Разработка программного обеспечения и аппаратной части;
- ✓ Разработка программного обеспечения позволяющего моделировать гибридные и электрические системы;