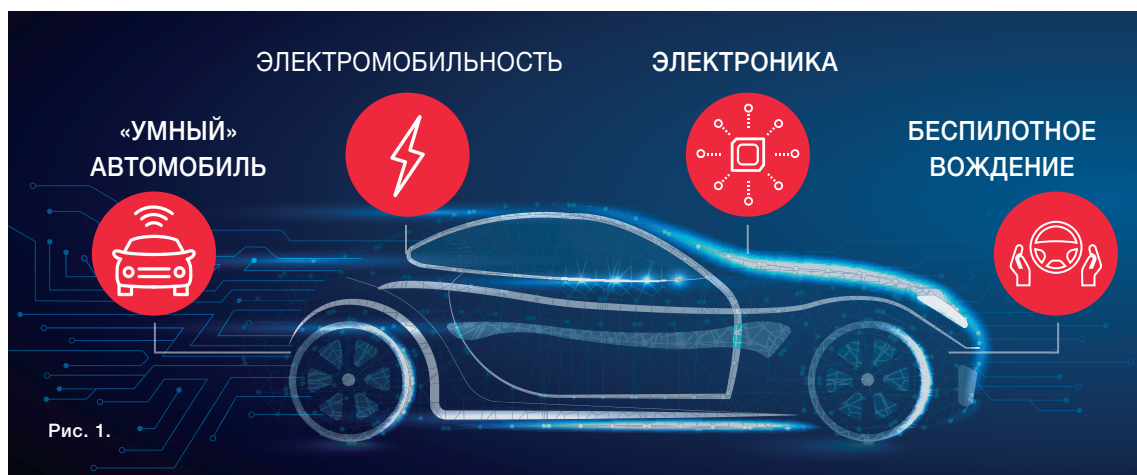


# Автомобильные инновации-2020

Вы помните, как почти во всех прогнозах на будущее говорилось о летающих автомобилях к 2020 году? И хотя конкретно этот революционный прорыв еще не получил широкого распространения, трудно отрицать, что современные транспортные средства представляют собой чудеса технологий. Инновации, расширяющие возможности и улучшающие характеристики автомобилей текущего и следующего поколений, относятся к четырем важнейшим областям: беспилотное управление, энергоэффективность, способность к подключению к сети и электроника.

## Стимулы и задачи инноваций в автомобилестроении

Чего надеются достичь конструкторы и автопроизводители с помощью новых технологий? На самом общем уровне, автомобильные инновации обусловлены необходимостью решения четырех отдельных, но взаимосвязанных задач:



- **Сокращение случаев гибели людей вследствие ДТП на 1,23 миллиона в год.** Это достигается за счет совершенствования систем помощи водителю (ADAS), что в конечном счете приведет к беспилотному вождению. Необходимые инновации: датчики радаров, дальномерные лазерные датчики-лидары, многочисленные камеры и алгоритмы искусственного интеллекта на мощных серверах.
- **Сокращение вредных выбросов.** Необходимость соблюдения законодательства в области экологии заставляет автопроизводителей уделять пристальное внимание автомобилям на топливных элементах, гибридным автомобилям и электромобилям. Необходимые инновации: усовершенствованные аккумуляторные батареи, более эффективные преобразователи тока и сокращение энергопотребления электроникой.
- **Создание более комфортной информационно-развлекательной среды без увеличения цены.** Соотношение цены и качества продуктов и услуг было и остается мощным фактором, влияющим на продажи автомобилей, тем не менее, интернет взрастил новое поколение потребителей, которые ожидают, что их транспортное средство предоставит им такие же коммуникационные возможности, как мобильный телефон или домашний компьютер. Необходимые инновации: широкая доступность мобильных сетей 5G и сверхскоростные соединения через бортовую сеть Ethernet. А поскольку такие соединения очень привлекательны для хакеров, первостепенное значение приобретает информационная безопасность.
- **Доступность новых приложений после покупки автомобиля.** Поскольку инновационные компании, такие как Tesla, постоянно придумывают что-то новое, беспроводное обновление программного обеспечения автомобиля становится реальностью. Обновления приложений и функций, в том числе систем безопасности и других данных, теперь можно загружать сразу в операционную систему транспортного средства (ТС) так же, как и при использовании ПК или мобильных устройств.



Чтобы воспользоваться преимуществами новейших достижений, требуется непрерывно совершенствовать несколько базовых технологий. Каждая технологическая инновация связана с компромиссами, которые либо ускоряют, либо замедляют ее воплощение в жизнь.

## Беспилотные автомобили

Одной из наиболее амбициозных инноваций в автомобилестроении является **беспилотное вождение**. Общество автомобильных инженеров (SAE) и Национальное управление по безопасности движения на автострадах определяют шесть уровней автоматизации, начиная с уровня 0, на котором человек контролирует всё, и заканчивая уровнем 5, на котором возможности ТС равны возможностям водителя в любой ситуации или даже превосходят их. Беспилотный автомобиль уровня 5 не требует вмешательства человека (или даже взаимодействия с ним) при любом развитии событий.



Рис. 2. Шесть уровней автоматизации вождения

Отрасль уже добилась значительных успехов в этом направлении. Такие производители как Tesla, Audi, Cadillac, Mercedes и BMW выпускают автомобили уровня 2, в которых водитель не должен физически управлять автомобилем, и может не прикасаться к рулю и педалям тормоза и газа. Автомобильное подразделение Google, компания Waymo, недавно начала испытания беспилотного автомобиля уровня 4 на дорогах общего пользования в Аризоне, США. В нем все важные для безопасности функции выполняются автоматически.

Именно «отключение водителя» стало наиболее сложной задачей. В Отчете по безопасности Waymo за 2017 г.<sup>1</sup> говорится, что, в ТС уровня 3 водители настолько доверяют системам автоматизации, что отвлекаются от дороги и почти или совсем не отслеживают текущую ситуацию. Действительно, многие из первых аварий при испытаниях беспилотников были часто вызваны тем, что водитель отвлекся и не смог вовремя взять управление на себя, или ошибками других участников дорожного движения.<sup>2</sup>

Для беспилотных автомобилей любого уровня инновации включают в себя совершенствование датчиков, коммуникационных систем и, конечно же, интеллектуальных алгоритмов работы в режиме реального времени. В большинстве современных ТС используются различные алгоритмы одновременной навигации и построения карты (SLAM). Метод SLAM объединяет информацию с нескольких датчиков и офлайн-карту для вычисления местоположения ТС, и генерирует карту реального времени с текущей обстановкой.

В беспилотных ТС алгоритм SLAM получает от множества датчиков разнообразную, частично дублирующуюся информацию:

- Высокоточные данные глобальной системы позиционирования (GPS) для определения местоположения и доступных маршрутов в пункт назначения
- Несколько видеокамер для стереоскопического зрения, которое позволяет определять расстояние до объектов и объезжать препятствия на пути, а также считывать двухмерную информацию с дорожных знаков и разметки.
- Сканирующий лидар (англ. сокращение «обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света») для построения трехмерной картины окружающей обстановки
- Акустический локатор ближнего действия и ультразвуковые датчики парктроника для обнаружения предметов в непосредственной близости от ТС
- Радар более дальнего действия, работающий в диапазоне частот 77 ГГц, для контроля скорости и дистанции, помощи при рабочем и экстренном торможении. Это особенно полезно при всепогодном беспилотном вождении
- Инерциальное измерительное устройство (IMU), которое собирает данные от внутренних акселерометров, гироскопов и магнитометров для предоставления информации о линейной и угловой скорости ТС, угле поворота, направлении корпуса, ускорении и других факторах
- Нейронные сети для машинного обучения, позволяющие непрерывно совершенствовать возможности искусственного интеллекта в ситуациях реального вождения



**В беспилотных ТС алгоритм SLAM получает от множества датчиков разнообразную, частично дублирующуюся информацию.**

<sup>1</sup> Отчет по безопасности Waymo, waymo.com, <https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/safety-report/waymo-safety-report-2017.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.telegraph.co.uk/technology/2017/11/09/driverless-car-involved-crash-first-hour-first-day/>

В большинстве систем ADAS используются различные комбинации указанных выше технологий, объединяющих различные датчики, включая оптические датчики, лидары и радары. Это имеет важные последствия для общей инфраструктуры ТС, поскольку необходимость интегрировать информацию с множества датчиков и быстро реагировать на полученные данные требует наличия надежной бортовой сети связи.

При этом каждый датчик должен оставаться работоспособным в различных условиях окружающей среды, включая жару и холод, снег, дождь, пыль и т. д. При этом конструкция датчика должна быть достаточно проста, чтобы он мог работать, не требуя постоянного обслуживания. Комбинацию датчиков подключают к центральному процессору ТС, достаточно мощному, чтобы принимать решения в считанные миллисекунды. Этот процессор управляет электронными блоками контроля исполнительных механизмов руля и тормозов.

## Переход на электричество

Чтобы добиться нулевых вредных выбросов, нужно переходить на электромобили (**e-Mobility**), или проще говоря, на электрические автомобили. В то время как гибридные автомобили занимают промежуточное положение между ТС с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и с электродвигателем, конечной целью является полностью электрический автомобиль. Поскольку гибридам свойственно большинство преимуществ и проблем электромобилей, мы будем рассматривать две эти категории ТС вместе.

Главной проблемой гибридных автомобилей и электромобилей являются, конечно же, аккумуляторные батареи (АКБ) и их зарядка. На рынке есть самые разнообразные АКБ для автомобилей. В первых поколениях этих ТС использовались свинцово-кислотные батареи, а сейчас на серийных автомобилях всё шире применяются литий-ионные. По сравнению с традиционными свинцово-кислотными АКБ, они отличаются лучшим отношением массы к мощности, но имеют меньший срок службы и нуждаются в более частой замене.

Неотъемлемой частью всего решения является преобразование тока. Электромобили работают на постоянном токе, а зарядные станции – на переменном. Преобразование тока выполняется в самой зарядной станции. В лучшем случае зарядка длится не менее часа, в худшем – несколько дней. Но при наличии достаточно мощной зарядной станции время зарядки можно сократить до 30 минут и менее.

Для решения проблемы зарядки производители пытаются повысить КПД батареи, хотя при этом всё больше мощности потребляется датчиками, камерами и информационно-развлекательными системами. Несмотря на то, что некоторые решения, например, рекуперативная система торможения, способны подзарядить АКБ в пути, электромобили в основном должны ездить на одной зарядке, обеспечивающей питание всего оборудования. Это обуславливает ряд отличий от транспортных средств, потребляющих топливо. Простым примером является отопление салона. В автомобиле с ДВС для этого



**Чтобы добиться нулевых вредных выбросов, нужно переходить на электромобили (e-Mobility), или проще говоря, на электрические автомобили. В то время как гибридные автомобили занимают промежуточное положение между ТС с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) и с электродвигателем, конечной целью является полностью электрический автомобиль.**



используется часть тепла, выделяемого двигателем. В электрическом ТС отопление и кондиционирование являются двумя отдельными подсистемами, требующими дополнительного питания.

По мере того как электромобили становятся более распространенными, инновации повышают эффективность использования батарей и повышают КПД преобразователя тока и электронной нагрузки, что, в свою очередь, увеличивает запас хода. Несмотря на то, что впереди еще много открытий, электромобили быстро догоняют автомобили с ДВС по запасу хода, мощности и удобству, а цена на них постепенно снижается.



## «Умные» автомобили

Автомобили, которые изначально были исключительно автономными постепенно превращаются в **«умные»**.<sup>3</sup> Это началось с OnStar – американской системы, соединявшей автомобиль с экстренными службами в случае аварии. Ее европейский аналог, система eCall, была одобрена Еврокомиссией в 2013 г. Именно такое скромное начало было у современной эпохи «умных» автомобилей.

Для связи с внешним миром современные ТС используют множество коммуникационных протоколов, среди которых:

- Односторонний спутниковый канал для приема радиовещания по подписке, например, Sirius XM
- Односторонний спутниковый канал для систем космической навигации GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, и Галилео
- Двухсторонний канал GSM, CDMA и W-CDMA для связи ТС с внешним миром
- Двухсторонний канал 4G LTE для доступа в интернет
- Двухсторонний канал радиосвязи ближнего действия (DSRC) для передачи данных в целях обеспечения безопасности (предупреждение столкновения, пропуск ТС экстренных служб), большего удобства для водителя (автоматический контроль безопасности, оплата проезда по платным дорогам, помощь при парковке) и повышения эффективности перевозок (управление колоннами автомобилей)
- Двухсторонний канал мобильного интернета 5G для сотовых сетей с высокой пропускной способностью, малой задержкой и скоростями в несколько гигабит в секунду для широкополосной передачи в автомобиль аудио и видео, а также выполнения некоторых ресурсозатратных функций безопасности в облаке

<sup>3</sup> Стоит отметить, что возможности систем ADAS нужно рассматривать в тесной связи с «умными» автомобилями. В силу своей уникальности эти транспортные средства заслуживают того, чтобы мы рассмотрели их отдельно.

Но внедрение этих инноваций не обходится без проблем. Первоначально сети 5G планируется развертывать в городских районах, а в сельской местности зона покрытия будет неполной. Скорее всего, вдоль типичного шоссе будут часто встречаться зоны отсутствия связи, по крайней мере, сначала. И решение вопроса с обеспечением связью станет одной из важнейших проблем «умных» автомобилей. С другой стороны, многие государственные органы рассматривают вопрос, является ли наличие соединения настолько жизненно важным для безопасности автомобиля, что необходимо обеспечить полное покрытие всех регионов. Этот подход аналогичен реализованному в США в 1950-е годы проекту федеральных автострад<sup>4</sup>, только вместо шоссе будут проложены линии передачи данных.

Система ADAS изменит способы взаимодействия человека с автомобилем, но реализация всех возможностей системы ADAS зависит от надежности информационных каналов. Роб Тополь, генеральный менеджер подразделения по технологиям 5G компании Intel, сказал: «Когда вы сидите на заднем сиденье такого автомобиля, ваши ощущения меняются. Вам больше не нужно задумываться о том, где он едет и что сейчас делает. Таким образом, требования к пропускной способности экспоненциально увеличиваются в зависимости от величины свободного времени, появляющегося у вас при нахождении в автомобиле».<sup>5</sup>

Возможно, для потребителей наиболее привлекательным окажется то, что «умные» автомобили смогут создать для них такую же информационно-развлекательную среду, как и дома на диване. Игры, музыка высокого разрешения, 3D-видео и дополненная реальность для пассажира на заднем сиденье – это только начало. Спутниковая навигация будет дополнена бортовым Wi-Fi для водителя и пассажиров. Водители, которые решат управлять автомобилем, получат проекцию всей приборной панели на лобовом стекле. И на ней будет показана не только информация о топливе, масле и давлении в шинах. Доступными для отображения станут все параметры каждой системы автомобиля. Во многом автомобильная революция 2020 года будет похожа на революцию со смартфонами 2007 года. Поставщики устройств и услуг, потребители – все мы тогда чувствовали, что находимся на пороге чего-то очень важного, но никто не мог представить, насколько распространенными, умными и способными станут смартфоны. По мере развития «умных» автомобилей их аппетиты относительно связи и трафика будут расти,<sup>6</sup> аналогично взрывному росту объемов передачи данных, вызванному смартфонами.



**Возможно, для потребителей наиболее привлекательным окажется то, что «умные» автомобили смогут создать для них такую же информационно-развлекательную среду, как и дома на диване. Игры, музыка высокого разрешения, 3D-видео и дополненная реальность для пассажира на заднем сиденье – это только начало.**

<sup>4</sup> <https://www.fhwa.dot.gov/interstate/history.cfm>

<sup>5</sup> <https://venturebeat.com/2017/05/20/why-intel-believes-5g-wireless-will-make-autonomous-cars-smarter/>

<sup>6</sup> <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Monetizing%20car%20data/Monetizing-car-data.ashx>

Коммуникации подключенных автомобилей не ограничиваются связью внутри транспортного средства или между ним и облаком. Конечной целью является связь ТС с любыми другими объектами (V2X)<sup>7</sup>. К основным типам V2X относятся:



- **ТС-ТС:** если автомобилю известно о находящихся вокруг него других ТС и он может обмениваться с ними данными, то значительно возрастают возможности предупреждения столкновений, контроля мертвых зон и управления дорожным движением, что позволяет безопасно уменьшать дистанции.
- **ТС-электросеть:** для гибридных автомобилей и электромобилей возможность связываться с интеллектуальной электросетью обещает множество преимуществ. Например, они смогут покупать электроэнергию по минимальным тарифам не в часы пикового потребления или продавать накопленную электроэнергию электрической компании.
- **ТС-устройство:** взаимодействие автомобиля со смартфонами позволяет получать не только информацию и развлечения, но и обеспечивает бесключевой доступ к автомобилю и включение зажигания, а также работу таких приложений, как каршеринг.
- **ТС-инфраструктура:** придорожные маяки-передатчики могут информировать водителя о перекрытии дорог, схемах движения, чрезвычайных ситуациях и предоставлять другие полезные сведения в дополнение к полученным по сотовой сети.
- **ТС-сеть:** с помощью широкополосной передачи сообщений LTE с сервера V2X подключенные автомобили могут отправлять одноадресные сообщения, информирующие о дорожных условиях и опасностях.
- **ТС-пешеход:** Министерство транспорта США определило 86 приложений, обеспечивающих более безопасное взаимодействие между ТС и пешеходами (а также велосипедистами и мотоциклистами). Эти мобильные приложения позволяют пешеходам подключаться к сети и использовать различные сигналы объектов дорожной инфраструктуры, которые получают автомобили для обнаружения людей на пешеходных переходах, в слепых зонах, на обочинах или в других опасных местах.

## Автомобиль и локальная сеть

Чтобы добиться всего этого, требуется гораздо больше **автомобильной электроники**. И хотя остальные области инновации тоже требуют электроники, в первую очередь следует упомянуть следующие:

• Управление двигателем	• Управление микроклиматом в салоне
• Датчики дождя и управление стеклоочистителями	• Световая индикация экстренного торможения
• Усилитель руля	• Бесключевой доступ и включение зажигания
• Защита от угона	• Активная подвеска
• Управление подушками безопасности по значениям ускорения	• Антиблокировочная система тормозов
• Спидометр, тахометр и одометр	• Система контроля давления в шинах

<sup>7</sup> Большая часть этой информации была получена от Министерства транспорта США. Начните с этого документа: [https://www.its.dot.gov/research\\_archives/safety/v2v\\_comm\\_safety.htm](https://www.its.dot.gov/research_archives/safety/v2v_comm_safety.htm)

Список функций для современных ТС занимает несколько страниц. Методы соединения этих и всех упомянутых ранее датчиков зависят от типа кабельной сборки. Обычно каждая система автомобиля имеет отдельную специальную проводку и часто использует собственный протокол связи, включая CAN (сеть контроллера), FlexRay, MOST (передача данных мультимедийных систем) и LVDS (дифференциальная передача сигналов пониженного напряжения). Таким образом, кабельная сборка является третьим по весу и стоимости компонентом автомобиля. На её прокладку приходится 50% трудозатрат в процессе сборки автомобиля.<sup>8</sup>

Новым решением, позволяющим уменьшить стоимость и массу кабельной сборки, стал автомобильный Ethernet. Ethernet – это хорошо известное, проверенное и повсеместно распространенное решение для традиционных локальных сетей (LAN). Его продвижение на автомобильный рынок было замедлено необходимостью соответствия требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС), принятым в автомобильной промышленности. Традиционный Ethernet был слишком чувствительным к помехам и излучал так много шума, что был непригоден к использованию в движущихся автомобилях. В некоторых автомобилях Ethernet используется для диагностики и обновления микропрограммного обеспечения во время технического обслуживания, но никак не в движении. Диагностика и обновление микропрограммного обеспечения определяются стандартом ISO 13400.



Список функций для современных ТС занимает несколько страниц. Методы соединения этих и всех упомянутых ранее датчиков зависят от типа кабельной сборки.



<sup>8</sup> [https://support.ixiacom.com/sites/default/files/resources/whitepaper/ixia-automotive-ethernet-primer-whitepaper\\_1.pdf](https://support.ixiacom.com/sites/default/files/resources/whitepaper/ixia-automotive-ethernet-primer-whitepaper_1.pdf)



Преимущества Ethernet – многоточечные соединения, расширенная полоса пропускания и малые задержки – остаются очень привлекательными для производителей. Проблемы решаются рядом инноваций и стандартизацией протоколов.

- Стандарты открытой программной архитектуры автомобильной системы (AUTOSAR) разработаны консорциумом автопроизводителей, поставщиков комплектующих и других заинтересованных сторон. В общих чертах они основаны на существующих протоколах TCP/UDP/IP. Цель заключается в том, чтобы уменьшить объем кабельной сборки за счет подключения всех внутренних устройств ТС к единой кабельной инфраструктуре
- One Pair Ethernet (OPEN) является стандартизированной версией разработанного компанией Broadcom протокола физического уровня BroadR-Reach для автомобильного Ethernet. Она позволяет осуществлять двунаправленную передачу данных со скоростью 100 Мбит/с по одной медной паре. Из-за меньшей полосы (по сравнению с гигабитным Ethernet) и одной пары, сети OPEN отвечают требованиям по ЭМС для автомобильной отрасли
- Автомобильный Ethernet 1 Гбит/с исследуется рабочей группой IEEE 802.3bp
- Для питания бортовых устройств будет использоваться технология Power-over-Ethernet (PoE). Она исследуется и стандартизируется рабочей группой IEEE 801.3bu 1-Pair Power over Data Lines
- Технология Energy Efficient Ethernet (энергоэффективный Ethernet) позволяет выключать неиспользуемые сетевые устройства для снижения общего потребления и экономии заряда батареи
- Синхронизация времени между множеством датчиков определяется стандартом IEEE 802.1AS, приоритизация чувствительных к задержкам пакетов – стандартом IEEE 802.3br (трафик перемежающихся пакетов)
- Рабочая группа IEEE Time-Sensitive Networking разработала множество стандартов, определяющих задержку и полосу в совместно используемых сетях. К ним относятся стандарты резервирования потока (802.1Qat) и организации очереди и пересылки для аудио/видео коммутаторов (801.1Qav). Кроме того, группа определила стандарты для чувствительных ко времени приложений в сетях уровня 2 (IEEE 1722) и уровня 3 (IEEE 1733).



К 2025 году  
**100%**  
автомобилей будут  
«подключенными»\*

К 2035 году  
**75%**  
автомобилей на дорогах  
будут автопилотируемыми\*\*

Рис. 3<sup>9</sup>

<sup>9</sup> \*GSMA 2013, \*\*Navigant Research 2013

В автомобильной промышленности наметилось четкое движение в сторону широкополосных совместно используемых сетей с малыми задержками, наподобие Ethernet, в которых все датчики, камеры, системы диагностики и другое оборудование соединены через общий коммутатор.

## Будущее уже сегодня

Современный автопром характеризуется непрерывным потоком инноваций. Благодаря быстрому развитию беспилотного вождения, переходу на электромобили, появлению «умных» автомобилей и использованию автомобильного Ethernet, успехи, которыми мы восхищаемся сегодня, через несколько лет покажутся чем-то вполне заурядным. А на горизонте появятся новые, еще более удивительные достижения. И несмотря на то, что многие проблемы инновационного развития остаются нерешенными, автомобильная отрасль превращается в самостоятельный центр инноваций. 1990-е годы преобразили наши жилища благодаря достижениям электроники и распространению интернета. В 2000-е годы аналогичная трансформация произошла со смартфонами. А 2020-е годы нечто похожее случится с нашими автомобилями.

И со всеми этими инновациями, изменяющими наши способы взаимодействия с транспортными средствами, машинам останется только научиться летать. Хотя, может быть, в этом и будут заключаться автомобильные инновации-2025.



Подробную информацию см. на сайте: [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте [www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

