

Введение

Подготовка бакалавров, специалистов и магистров в области электрических систем и комплексов транспортных средств является важной задачей, решение которой позволяет осуществлять в Украине проектирование, производство и эксплуатацию самых современных автотранспортных средств.

В соответствии с учебной программой подготовки студентов в отрасли знаний 0507 «Электротехника и электромеханика», по направлению подготовки 6.050702 «Электромеханика» для образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» (специальность «Электрические системы и комплексы транспортных средств») среди прочих учебных курсов следует выделить дисциплину «Введение в специальность».

Учебная дисциплина «Введение в специальность» читается для студентов первого курса и предназначена для формирования представления о структуре предметной области специальности, особенностях применения фундаментальных физических законов в читаемых лекционных курсах и практических приложениях, которые подробно изучаются в рамках лабораторных и практических работ по профилирующим изучаемым курсам.

Таким образом, после изучения дисциплины «Введение в специальность», студенты с различным начальным представлением о содержании выбранной ими специальности и различным уровнем школьной подготовки в области электротехники и электромеханики переходят к дальнейшему изучению профилирующих дисциплин специальности приблизительно с одинаковым уровнем представлений, знаний и умений относительно предмета специальности.

Методической особенностью дисциплины «Введение в специальность» является необходимость постоянного обновления ее лекционной и лабораторной частей в связи с все более широким применением электрических, электромеханических, электронных и микропроцессорных систем в современных транспортных средствах.

Опыт чтения курса лекций по дисциплине «Введение в специальность» показывает, что основной трудностью в его усвоении студентами первого курса является отсутствие систематизированных знаний о широком круге физических процессов, которые лежат в основе функционирования современного транспортного средства, и особенно его электрической части.

Поэтому наряду с аудиторными занятиями рекомендуется осуществлять самостоятельное изучение курса, направленное как на расширение кругозора в области рабочих процессов современного автомобиля, так и на углубленное изучение особенностей работы электрических, электромеханических, электронных и микропроцессорных систем в современных транспортных средствах.

1. Ретроспективный анализ применения электрических и электромеханических устройств в автомобилях

Стремление человека расширить свои физические возможности и освоить все большие пространства является одним из побудительных мотивов создания соответствующих технических устройств.

В общем смысле под автомобилем понимают самоходное безрельсовое транспортное средство, предназначенное для передвижения по суше.

Первые известные чертежи автомобиля (с пружинным приводом) принадлежат Леонардо да Винчи, однако ни действующего экземпляра, ни сведений о его существовании до наших дней с того времени не дошло.

В 1769 г. французский изобретатель Кюньо испытал первый образец автомобиля с паровым двигателем, известный как «малая телега Кюньо», а в 1770 г. - «большую телегу Кюньо». Сам изобретатель назвал её «Огненная телега», поскольку она предназначалась для буксировки артиллерийских орудий.

«Телегу Кюньо» считают предшественницей не только автомобиля, но и паровоза, поскольку она приводилась в движение силой пара.

В XIX веке дилижансы на паровой тяге и рутьеры (паровые тягачи, то есть безрельсовые паровозы) для обычных дорог строились в Англии, Франции и применялись в ряде европейских стран, включая Россию. Однако они были тяжёлыми, прожорливыми и неудобными, поэтому широкого распространения не получили.

Электромобиль появился впервые в 1838 г. в Англии. Электромобиль - это транспортное средство, ведущие колеса которого приводятся от электромотора, питаемого электробатарей. Электромобиль существенно старше автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Появление лёгкого, компактного и достаточно мощного двигателя внутреннего сгорания открыло широкие возможности для развития автомобиля.

В 1885 г. немецкий изобретатель Г. Даймлер, а в 1886 г. его соотечественник К. Бенц изготовили и запатентовали первые самодвижущиеся экипажи с бензиновыми двигателями.

В последнем десятилетии XIX века в Германии, Франции и Англии зародилась автомобильная промышленность. При этом в конструкции автомобиля по-прежнему применялись электрические и электромеханические устройства, источником питания которых был электрохимический источник электрической энергии.

В первой четверти XX века широкое распространение получили электромобили и автомобили с паровой машиной. В 1900 г. примерно половина автомобилей в США была на паровом ходу, а начиная с 1910 г. в Нью-Йорке в такси уже работало до 70 тыс. электромобилей.

В том же 1900 г. Фердинанд Порше сконструировал электромобиль с четырьмя ведущими колёсами, в которых располагались приводящие их в движение электродвигатели. Поначалу электромобиль опережал автомобиль по скорости и объёму выпуска, но не смог стать серьезным конкурентом автомобилю. Это произошло, в основном, из-за низкой энергетической емкости электрохимических источников тока электромобилей.

Первые три четверти XX века проектные и конструкторские работы крупнейших автомобилестроительных фирм были направлены на улучшение технических характеристик автомобилей, и в первую очередь на увеличение скорости движения. Увеличение скорости движения требовало непропорционального роста мощности двигателя внутреннего сгорания, а следовательно, его габаритов и массы. Поскольку автомобиль позволял перемещать пассажиров и грузы на значительные расстояния, то время нахождения автомобиля в пути выросло и, следовательно, появилась необходимость в существенном улучшении комфортабельности автомобиля. Рост комфортабельности автомобиля привел к увеличению геометрических размеров кузова и, в конечном итоге, к увеличению массы.

Увеличение геометрических размеров и массы автомобиля требовало еще более мощного двигателя и большего расхода топлива. Конец этой тенденции положил топливный кризис в середине семидесятых годов прошлого века.

К этому времени сложилась классическая схема электрооборудования автомобиля, которая строилась в зависимости от вида двигателя внутреннего сгорания (дизельный и бензиновый).

Электрооборудование автомобиля (другое наименование – электрическая система автомобиля) предназначено для выработки электрической энергии и питания различных систем и устройств автомобиля.

Электрооборудование автомобиля имеет следующее общее устройство:

- источники тока;
- потребители тока;
- элементы управления;
- электрическая проводка.

Все конструктивные элементы электрооборудования объединены в бортовую сеть. Источниками тока в автомобиле являются аккумуляторная батарея и генератор.

Аккумуляторная батарея (АКБ) предназначена для питания потребителей электрическим током при неработающем двигателе, запуске двигателя, а также при работе двигателя на малых оборотах.

Основным источником электрического тока является генератор. Он обеспечивает питание электрическим током всех потребителей, а также зарядку аккумуляторной батареи.

Емкость аккумуляторной батареи и мощность генератора должны соответствовать мощности потребителей электроэнергии на всех режимах эксплуатации автомобиля, т.е. в системе должен поддерживаться энергетический баланс.

Потребители энергии условно можно разделить на три группы: основные, длительные и кратковременные.

Основные потребители энергии обеспечивают работоспособность автомобиля. К ним относятся:

- топливная система;
- система впрыска;
- система зажигания;
- система управления двигателем.

К длительным потребителям относятся:

- система охлаждения;
- система освещения;
- система отопления.

К кратковременным потребителям относятся:

- система запуска;
- свечи накаливания;
- звуковой сигнал;
- прикуриватель.

Элементы управления обеспечивают согласованную работу источников тока и потребителей электроэнергии. В системе используются следующие элементы управления:

- щитки предохранителей;
- блоки реле;
- электронные блоки управления.

На рис. 1 представлена схема электрооборудования автомобиля ВАЗ 2106. Из рисунка видно, что электрооборудование автомобиля представляет собой совокупность связанных между собой электрическими проводниками электрических и электромеханических устройств, которые обеспечивают функционирование узлов и агрегатов автомобиля, а также реализацию самых необходимых функций обеспечения безопасности движения и сервисных функций.

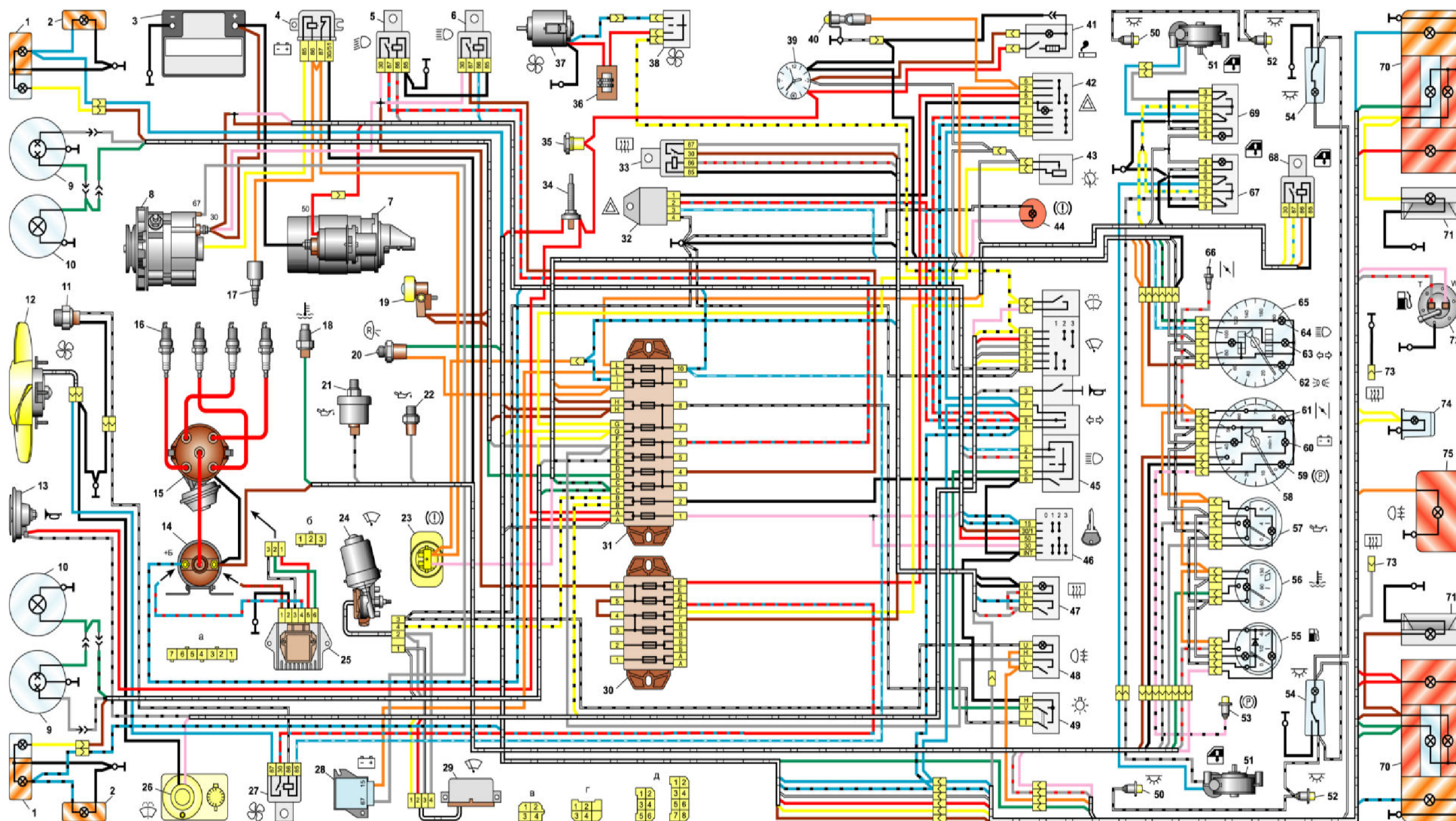


Рис. 1. - Схема электрооборудования автомобиля ВАЗ 2106

На этой схеме приняты следующие обозначения: 1 - боковые указатели поворота; 2 - подфарники; 3 - наружные фары; 4 - внутренние фары; 5 - звуковые сигналы; 6 - электродвигатель вентилятора системы охлаждения двигателя; 7 - датчик включения электродвигателя вентилятора; 8 - реле включения звуковых сигналов; 9 - реле включения электродвигателя вентилятора; 10 - регулятор напряжения; 11 - катушка зажигания; 12 - электродвигатель омывателя ветрового стекла; 13 - датчик недостаточного уровня тормозной жидкости; 14 - распределитель зажигания; 15 - электродвигатель стеклоочистителя; 16 - свечи зажигания; 17 - датчик контрольной лампы давления масла; 18 - датчик указателя давления масла; 19 - датчик указателя температуры охлаждающей жидкости; 20 - подкапотная лампа; 21 - электромагнитный клапан карбюратора; 22 - генератор; 23 - стартер; 24 - аккумуляторная батарея; 25 - реле контрольной лампы заряда аккумуляторной батареи; 26 - реле включения ближнего света фар; 27 - реле включения дальнего света фар; 28 - реле стеклоочистителя; 29 - дополнительный блок предохранителей; 30 - основной блок предохранителей; 31 - выключатель света заднего хода; 32 - выключатель контрольной лампы стояночного тормоза; 33 - штепсельная розетка переносной лампы; 34 - реле-прерыватель указателей поворота и аварийной сигнализации; 35 - электродвигатель отопителя; 36 - выключатель стоп-сигнала; 37 - реле обогрева заднего стекла; 38 - резистор электродвигателя отопителя; 39 - лампа освещения вещевого ящика; 40 - выключатель наружного освещения; 41 - выключатель обогрева заднего стекла; 42 - выключатель зажигания; 43 - переключатель ближнего - дальнего света; 44 - переключатель указателей поворота; 45 - выключатель звукового сигнала; 46 - переключатель стеклоочистителя; 47 - выключатель смывателя ветрового стекла; 48 - выключатель (регулятор) освещения приборов; 49 - выключатель аварийной сигнализации; 50 - прикуриватель; 51 - переключатель отопителя; 52 - контрольная лампа уровня тормозной жидкости; 53 - выключатели фонарей сигнализации открытых передних дверей; 54 - фонари сигнализации открытых

передних дверей; 55 - выключатели плафонов, расположенные в стойках передних дверей; 56 - указатель уровня топлива с контрольной лампой резерва топлива; 57 - указатель температуры охлаждающей жидкости; 58 - указатель давления масла с контрольной лампой; 59 - тахометр; 60 - контрольная лампа стояночного тормоза; 61 - контрольная лампа заряда аккумуляторной батареи; 62 - контрольная лампа воздушной заслонки карбюратора; 63 - спидометр; 64 - контрольная лампа наружного освещения; 65 - контрольная лампа указателей поворота; 66 - контрольная лампа дальнего света фар; 67 - реле-прерыватель контрольной лампы стояночного тормоза; 68 - выключатель контрольной лампы воздушной заслонки карбюратора; 69 - часы; 70 - выключатели плафонов, расположенные в стойках задних дверей; 71 - плафоны; 72 - элемент обогрева заднего стекла; 73 - лампа освещения багажника; 74 - датчик указателя уровня и резерва топлива; 75 - задние фонари; 76 - фонари освещения номерного знака.

Дальнейшее развитие электрооборудования происходило по трем основным направлениям: экономичность, безопасность, экологичность.

Расширение сервисных функций, которые реализуются в автомобиле, приняло лавинообразный характер и ограничивается только экономическими соображениями.

Элементной базой, на которой строятся современные системы электрооборудования автомобиля, является полупроводниковая электроника и микропроцессорная техника. В автомобильную терминологию вошло понятие «Автомобильная электроника», которое применяется для обобщенного названия электрических и электронных систем автомобиля.

В современном автомобиле система электрооборудования является самым сложным и динамично развивающимся направлением. Количество проводов, контактов и разветвлений уже исчисляется цифрами с тремя нулями, а вес проводки может равняться весу взрослого человека.

Естественно, что такое количество элементов резко снижает надежность всего автомобиля. Для того чтобы сохранить надежность на высоком уровне,

сократить количество проводов с одновременным увеличением количества электронных систем, была разработана новая идеология организации электрооборудования автомобилей, основанная на принципе мультиплексирования - процесса преобразования и передачи управляющих цифровых сигналов по одному проводнику.

Чтобы разобраться в этом довольно сложном определении, проведем некое сравнение автомобиля с обычной проводкой и мультиплексной. Для примера возьмем, казалось бы, такой несложный элемент, как водительская дверь. В современном автомобиле с обычной системой электрооборудования в дверь идет целый пучок проводов: питание концевых выключателей, центрального замка, управление стеклоподъемниками, в некоторых случаях и подсветка, и кнопка открывания лючка бензобака. Итого в дверь может проходить жгут, состоящий из 20 ... 40 отдельных проводов, причем их сечение должно быть достаточно большим.

В автомобиле с мультиплексной проводкой реализован совсем другой подход: от электронного блока к двери идет всего два провода - силовой плюс и информационный провод (в его качестве может выступать витая пара). Причем сечение этого силового плюса должно быть таким, чтобы обеспечить работу потребителей, но оно на порядок меньше, чем суммарное сечение аналоговых проводов, поскольку нет необходимости одновременно поднимать все стекла и регулировать зеркала, да и управляющий блок не позволит это сделать.

В двери, в свою очередь, тоже стоит довольно простое электронное устройство - принимающий контроллер, который принимает цифровой сигнал с информационного провода и подключает соответствующий потребитель к источнику питания (силовому плюсу). Кроме этого, контроллер несет в себе функцию диагностики, своевременно предоставляя информацию о неисправности подопечных устройств, будь то лампочка, датчик или электропривод.

Таким образом, можно на порядок сократить количество проводов, и уже на сегодняшний день снижение массы электропроводки одного автомобиля достигает 35 ... 45 кг.

Развитие цифровых технологий, которые широко применяются в автомобиле, позволяет использовать термин «Интеллектуальный автомобиль».

2. Микропроцессорные системы контроля и управления рабочими процессами автомобиля

Топливный кризис середины 70-х гг. XX века оказал существенное влияние на концептуальные решения в конструкции автомобиля, выборе режимов работы его систем, агрегатов и узлов. Экономия топлива, наряду с экологическими требованиями к содержанию вредных примесей в выхлопных газах, стала доминировать в технических и эксплуатационных требованиях к автомобилю.

Оптимизация режима работы систем автомобиля с целью сокращения расхода топлива, обеспечения безопасности движения и экологичности осуществляется с помощью микропроцессорных систем контроля и управления рабочими процессами автомобиля.

В качестве примера рассмотрим работу ряда таких систем для легкового автомобиля BMW.

Цифровая система управления работой бензинового двигателя DME. Цифровая система DME управляет работой бензинового двигателя, отслеживает и контролирует работу всей системы, не только регулируя зажигание и впрыск топлива, но и выполняя целый ряд вспомогательных функций с использованием датчика кислорода. Все факторы, влияющие на производительность двигателя, отслеживаются и контролируются системой сенсоров. Собранная информация обрабатывается микрокомпьютером, который координирует зажигание и впрыск. Сенсоры DME отслеживают различные показатели – крутящий момент, впуск воздуха, температуру и плотность воздуха, температуру воды в системе охлаждения, а также положение воздушной заслонки и акселератора. В результате система DME гарантирует оптимальную мощность и производительность при низком расходе топлива и объеме выброса отработавших газов, обеспечивая максимальную надежность.

Система изменения положения клапанов Valvetronic. Технология Valvetronic - это система изменения положения впускных клапанов (в пределах

0 ... 9,7 мм). В отличие от других бензиновых двигателей, Valvetronic не требует наличия дроссельной заслонки. Мощность двигателя контролируется регулируемыми впускными клапанами, которые изменяют объем воздуха и значительно снижают энергопотери. Для водителей автомобилей BMW технология Valvetronic – это синоним низкого расхода топлива и уровня выхлопных газов, которые сочетаются с повышенной мощностью и гладкой работой двигателя.

Полностью регулируемая система впрыска DIVA. Кроме системы изменения положения клапанов Valvetronic, восьмицилиндровые двигатели BMW снабжены инновационной, полностью регулируемой системой впрыска DIVA, которая оптимально подстраивается к работе двигателя. Система изменяет длину впускного коллектора при помощи спиралевидного механизма регулирования. Длинный впуск обеспечивает большие значения крутящего момента на низких оборотах, короткий впуск помогает развивать мощность на высоких оборотах.

Электронная дизельная система DDE. Электронная дизельная система DDE точно определяет стартовый момент впрыска, необходимый объем топлива и давление. Благодаря безупречной настройке система отлично работает в любых условиях. В результате достигается экономия топлива, повышается качество работы двигателя при снижении объема вредных выбросов.

Дифференцированное впускное устройство DISA. Впускные трубы дифференцированного впускного устройства DISA оснащены соединительным клапаном, который при малых оборотах находится в закрытом положении. За счет того, что воздушному потоку приходится проходить большее расстояние, создается значительный крутящий момент. На больших оборотах клапан открывается, путь воздушного потока сокращается, а мощность двигателя увеличивается.

Секвентальная коробка передач Drivelogic автомобилей M-серии. Модели M-серии, снабженные секвентальной коробкой передач Drivelogic второго

поколения, - это реализация высокопроизводительной концепции вождения, сочетающей преимущества технологии трансмиссии, используемой в Formula 1, и соответствие всем современным техническим требованиям. Секвентальная коробка передач дает водителю возможность адаптировать работу трансмиссии при помощи 11 водительских программ (6 секвентальных, 5 автоматических) к своим индивидуальным предпочтениям – начиная от сдержанного, но динамичного режима, и до ультра-спортивного стиля. В соответствии с принципом контрольных систем, созданных для аэрокосмической индустрии, сигнал передается одновременно по двум электронным каналам с резервированием в параллельном режиме. Электрогидравлическая система механически включает сцепление и переключение передач.

Адаптивная система управления коробкой передач AGS. В автоматическом режиме работы коробки передач адаптивная система управления AGS самостоятельно выбирает оптимальную передачу, анализируя ряд факторов. Для определения персонального стиля вождения система AGS последовательно регистрирует положение и активность использования педали акселератора. Она сопоставляет скорость вращения колес со значением крутящего момента и изменяет режим переключения передач на нормальный, зимний или пониженный. Система AGS принимает во внимание и текущую дорожную обстановку, исключая ненужное переключение передач.

Система электронной блокировки дифференциала EDS. Система электронной блокировки дифференциала EDS с максимальной точностью передает тормозное усилие на ведущее колесо, снижая скорость до определенного уровня. После этого крутящий момент передается при помощи дополнительного гидронасоса на другие колеса. Если значение крутящего момента превышает установленную норму, тормозное давление перераспределяется при помощи магнитного клапана на колесо, которое крутится быстрее других.

Система Servotronic. Система Servotronic изменяет усилие рулевого управления, ориентируясь не на частоту вращения двигателя, а на текущую

скорость машины. Электронная регулировка сервоусиления, зависящая от скорости, обеспечивает отличное усиление на низких скоростях и ослабляет его на высоких. В результате на минимальной скорости водителю требуются минимальные затраты энергии на управление машиной. Усиление постепенно уменьшается по мере разгона, обеспечивая устойчивый контакт с дорогой и точное управление. Кроме того, с системой Servotronic гораздо удобнее осуществлять парковку и маневрировать в ограниченном пространстве, например, на выездах.

Система динамического контроля курсовой устойчивости DSC. Система динамического контроля курсовой устойчивости DSC не только делает автомобиль стабильнее на старте и при разгоне, но и сокращает время разгона. Система диагностирует такие опасные ситуации, как излишнее или недостаточное поворачивание и помогает поддерживать наиболее безопасную динамику машины. Усовершенствованная сенсорная технология отслеживает скорость вращения колес, боковую акселерацию и вращение по вертикальной оси. Собранная информация обрабатывается, система оценивает текущее поведение автомобиля и сравнивает его с идеальным поведением, составленным на основе данных, полученных от акселератора и датчика угла поворота рулевого колеса. Если поведение машины отличается от спрогнозированной ситуации и устойчивость автомобиля под угрозой, автоматически включается DSC, которая регулирует тормозную систему и работу двигателя. Это позволяет избежать опасных ситуаций, в том числе заносов.

Автоматическая система контроля курсовой устойчивости и силы сцепления (ASC+T). Автоматическая система контроля курсовой устойчивости и силы сцепления ASC+T является составной частью системы динамического контроля курсовой устойчивости DSC. Она предназначена для предотвращения прокручивания колес. Благодаря системе ASC+T, автомобиль получает оптимальное сцепление с дорогой и надежную курсовую устойчивость. Если одно колесо ведущей оси находится на устойчивой поверхности, а другое на

скользкой или неустойчивой, то буксующее колесо тормозится до тех пор, пока не будет восстановлено нормальное сцепление. Имеется возможность отключить функцию ASC+T, в случае необходимости создания эффекта прокручивания колес, например, при выезде из снега.

Антиблокировочная тормозная система ABS. Антиблокировочная тормозная система ABS предупреждает блокировку колес при торможении. Система обеспечивает распределение тормозного давления между колесами для обеспечения максимальной эффективности торможения и реализации боковой направляющей силы. Это позволяет водителю управлять автомобилем даже в процессе аварийного торможения. Когда включается антиблокировочная тормозная система, водитель ощущает легкую пульсацию педали тормоза. Все полноприводные автомобили BMW X серии снабжены системой, которая сокращает тормозной путь. На плохих дорогах и при низких скоростях это позволяет блокировать одно или оба передних колеса. При этом возникает расклинивающий эффект, благодаря которому автомобиль быстрее останавливается. Специальный регулирующий алгоритм гарантирует, что даже в такой ситуации водитель не теряет управления.

Автоматическая тормозная система с отдельным приводом на передние и задние колеса ADB-X. Автоматическая тормозная система с отдельным приводом на передние и задние колеса ADB-X является составной частью системы динамического контроля курсовой устойчивости DSC для всех полноприводных автомобилей. Она действует аналогично механизму блокировки дифференциала, принцип действия которого основан на распределении тормозного усилия на отдельное колесо.

Динамический контроль тормозной системы DBC. Динамический контроль тормозной системы DBC помогает водителю в случаях аварийного торможения. При резком нажатии на тормозную педаль DBC увеличивает тормозное давление, независимо от положения педали, для достижения максимального тормозного эффекта. Это позволяет максимально сократить

тормозную дистанцию даже в тех случаях, когда тормозная педаль нажата недостаточно сильно.

Система контроля торможения на поворотах CBC. Система контроля торможения на поворотах CBC помогает водителям точно проходить повороты. Перераспределение веса автомобиля при торможении может привести к заносу. CBC эффективно стабилизирует автомобиль, перераспределяя тормозное усилие на один борт машины, даже если водитель перегрузил антиблокировочную тормозную систему ABS.

Электронный стояночный тормоз EMF. Электронный стояночный тормоз EMF – это автоматический ручной тормоз. Управлять им легко и удобно – достаточно нажать кнопку на приборной панели. Усовершенствованная тормозная система предполагает наличие функций Autostop и Hillhold. Autostop гарантирует, что машина автоматически «обездвижится»: водителю не обязательно держать ногу на тормозной педали для предотвращения эффекта холостого хода, как в случае с обычной автоматической трансмиссией. Тормозная система автоматически отключается, когда водитель нажимает на педаль акселератора.

Система электронного управления амортизаторами EDC. Система электронного управления амортизаторами EDC обеспечивает не только максимально комфортное вождение, но и высокую безопасность. Система контролирует вибрации кузова независимо от загруженности машины. Все показатели, влияющие на поведение на дороге, постоянно отслеживаются датчиками. После обработки данных микропроцессор отправляет команду амортизаторам. Электромагнитные клапаны регулируют усилие амортизаторов для управления движением, контроля над дорогой и грузом. В результате значительно сокращается опускание передней части автомобиля при торможении или, например, сотрясение корпуса на неровностях, на поворотах или при разгоне. Более того, достаточно одного нажатия кнопки, чтобы выбрать программу Sport, тем самым отрегулировать подвеску так, чтобы сделать амортизаторы более жесткими.

Активная подвеска DD. Система Dynamic Drive – это система контроля активной подвески DD, дающая исключительную боковую динамическую стабильность автомобиля. Эффект достигается за счет активных защитных дуг, установленных на переднем и заднем мостах. Каждая дуга оснащена вращающимися гидравлическими элементами, выполняющими роль переключателей с двумя электронными клапанами давления. Такая конструкция создает независимые стабилизирующие контрсилы на переднем и заднем мостах, минимизируя крен кузова в повороте.

3. Вспомогательные микропроцессорные системы автомобиля

Одной из характерных особенностей современного общества является высокий уровень его автомобилизации. Управление автомобилем осуществляет широкий круг лиц, не имеющих специального и даже общетехнического образования. В связи с этим фирмы, производящие автомобили, создают специальные условия, которые облегчают процесс управления автомобилем. Повышение уровня комфортности водителя и пассажиров также является важным аргументом в конкурентной борьбе между фирмами - производителями автомобилей.

Практически все системы автомобиля, которые выполняют вспомогательные или сервисные функции, работают под управлением микропроцессорных систем. В качестве примера рассмотрим работу ряда таких систем для легкового автомобиля BMW.

Активный круиз-контроль АСС. Активный круиз-контроль – усовершенствованный вариант обычной системы круиз-контроля. Система позволяет поддерживать постоянную скорость движения автомобиля, а также контролирует дистанцию до автомобиля, идущего впереди. Датчики радара и блок управления расположены в передней части машины под бампером. Когда автомобиль начинает догонять другой автомобиль, идущий впереди, система автоматически снижает скорость движения и поддерживает заранее установленную дистанцию. А как только дорога освобождается, система активного круиз-контроля автоматически увеличивает скорость до желаемого уровня. Чтобы отключить систему, достаточно нажать на педаль тормоза. Данная система позволяет водителю максимально сконцентрироваться на дороге и устанавливает новые стандарты комфорта за рулем. Тем не менее, ситуацию должен контролировать водитель; система лишь помогает поддерживать выбранный стиль вождения.

Система дистанционного контроля препятствий PDC. Система дистанционного контроля препятствий PDC помогает припарковываться и

маневрировать в узких пространствах. Ультразвуковые датчики измеряют расстояние между машиной и ближайшим объектом. Обнаружив препятствие, система издает предупредительный сигнал. Звучание сигнала изменяется в зависимости от уменьшения или увеличения расстояния до препятствия, позволяя водителю выбрать оптимальное место для парковки. Сам процесс парковки становится быстрее и удобнее: опасность поцарапать кузов автомобиля значительно уменьшается. Владельцы автомобилей 5-й и 7-й серий BMW могут воспользоваться информационной диаграммой на контрольном дисплее, озвученной предупредительным сигналом.

Система iDrive. Система iDrive – это инновационная концепция, благодаря которой управление автомобилем становится интерактивным и интуитивно понятным. Функции вождения отделены от функций комфорта. Чтобы помочь водителю максимально сконцентрироваться на процессе вождения, количество переключателей и пультов управления сведено к минимуму. Все основные функции, такие как включение зажигания, старт/стоп и др. сосредоточены вокруг рулевого колеса. Функции комфорта, такие как автоматическое кондиционирование воздуха, сосредоточены в середине приборной панели в непосредственной близости от водителя и пассажира на переднем сиденье. Ими можно управлять одной рукой при помощи контрольного дисплея и контроллера. Все функции делятся на основные (например, громкость радио, дворники, температура в салоне) и вспомогательные (например, дисплей потребления топлива).

Индикация сервисного обслуживания Inspection и Oilservice. В панели приборов автомобилей BMW интегрирован микропроцессор, отслеживающий пробег автомобиля, обороты и температуру двигателя, изменения крутящего момента. Сопоставляя эти данные, микропроцессор сигнализирует о приближении срока замены масла в двигателе (Oilservice) или очередного технического обслуживания (Inspection). Это помогает водителю автомобиля следить за графиком замены масла или технического обслуживания, что в свою очередь облегчает планировать время для следующего посещения автосервиса.

Индикатор повреждения шин RPA. Индикатор повреждения шин RPA отслеживает давление воздуха в шинах на всех скоростях. Проверая скорость вращения колес, система позволяет обнаруживать возможную утечку воздуха. Если радиус шины изменяется при уменьшении давления, скорость вращения колеса изменяется соответствующим образом. Ее точно фиксируют расположенные на колесах датчики антиблокировочной тормозной системы ABS. Предупредительный индикатор на приборной панели и сигнал тревоги своевременно предупреждают водителя о падении давления.

Система безопасности F.I.R.S.T. Интегрированная система безопасности F.I.R.S.T. координирует все функции безопасности, обеспечивая максимальную комплексную защиту. Система объединяет активную и пассивную безопасность, защиту автомобиля, других транспортных средств и пешеходов. Важнейшие элементы F.I.R.S.T включают в себя надежную комбинацию надувающихся подушек безопасности и уникально прочных дверей, которые даже в случае бокового столкновения не допускают попадания в салон посторонних предметов.

Надувающаяся подушка безопасности для головы ITS. Надувающаяся подушка безопасности для головы ITS и боковые надувающиеся подушки безопасности, которые входят в стандартную комплектацию, обеспечивают защиту от боковых столкновений.

Система управления спуском HDC. Система управления спуском HDC, установленная на всех полноприводных автомобилях BMW, помогает водителю управлять машиной на спусках. Система включается в случае, если машина превышает определенную скорость. HDC автоматически тормозит и стабилизирует автомобиль, уменьшая риск блокировки колес. Благодаря этой системе водители получают возможность повышенного контроля над машиной. При этом нет необходимости постоянно держать нажатой педаль тормоза. Скорость движения изменяется педалью тормоза/акселератора или при помощи кнопок круиз-контроля.

Система автоматической рециркуляции воздуха AUC. Совмещенная с системой автоматического кондиционирования воздуха система автоматической рециркуляции AUC гарантирует, что в салон автомобиля не будут проникать вредные примеси. К примеру, обнаружив в воздухе оксид углерода, оксид азота или этанол, система автоматически переводит систему кондиционирования воздуха в режим временной рециркуляции, который будет включен до тех пор, пока содержание вредных веществ не достигнет приемлемого уровня.

Бортовая система диагностики. Бортовая система диагностики – это одна из функций цифровой системы управления работой бензинового двигателя DME. Она выявляет дефекты раньше, чем они могут повредить машине и ее пассажирам. Отчеты от неисправностях автоматически сохраняются и выводятся на экран диагностической информационной системы BMW в техническом сервисе. Это значительно упрощает процесс поиска неисправностей, помогая сократить затраты на ремонт.

Компьютерная диагностика автомобиля. Современные электронные системы, предназначенные для управления узлами и агрегатами автомобиля, оснащены системами самодиагностики, которые информируют водителя о появлении ряда неисправностей. Так, например, на приборном щитке многих автомобилей имеется многофункциональный индикатор - световой индикатор наличия неисправности Check Engine (на некоторых моделях специальные светодиоды, расположенные непосредственно на устройствах управления), который обычно включается при включении зажигания и гаснет через некоторое время после запуска двигателя. Если же при самодиагностике обнаружатся неисправности компонентов, подлежащих диагностике, то индикатор не погаснет. В случае возникновения некоторых неисправностей во время движения индикатор также загорается, а при однократной незначительной неисправности он может погаснуть (сохранив ошибку в памяти для последующего считывания), но если он продолжает гореть, то не удастся избежать немедленной остановки, более глубокой диагностики и ремонта.

Специалисты сервиса должны не только считывать и правильно интерпретировать коды, но желательно, проводить полную диагностику состояния всего автомобиля, проверять компрессию в цилиндрах, давление в топливной системе, опережение зажигания, состояние свечей и свечных проводов, герметичность и соответствие вакуумной системы, содержание СО в выхлопе, состояние топливного фильтра, приводных ремней, катализатора, датчиков температуры и т.д. Наличие специализированного диагностического компьютера, конечно, не помешает, но основой всего должно быть понимание принципов работы системы и назначения всех ее узлов, без которого невозможно получить объективную информацию о текущем состоянии двигателя и топливной системы, чтобы уверенно и целенаправленно произвести последующий ремонт.

Системы диагностики на разных автомобилях могут различаться, но принцип действия всех систем идентичен: блоком управления считываются показания датчиков на разных режимах работы в процессе эксплуатации автомобиля (запуск, прогрев, холостой ход, разгон и торможение и т.д.). Показания датчиков бывают статическими (дискретными) или динамическими (изменяющимися во времени). Статические показания датчиков обычно определяются неким пороговым значением - импульсом определенного уровня или «переключателем» (то есть наличием или отсутствием сигнала), а динамические, как правило, передают изменения параметра и проверяются на допустимые диапазоны (верхний и/или нижний пределы). Все диагностические системы хранят и отображают статические данные - «коды ошибок» и динамические характеристики.

На дискретные показания датчиков система самодиагностики реагирует обычно только при отсутствии электрического контакта (возвращает сигнал о неисправности датчика), а изменение динамических показателей отслеживается по таблицам, хранящимся в памяти устройства управления. Впрочем, один и тот же датчик может проверяться как на электрический контакт, так и на

допустимые пределы изменения. И тогда для одного устройства могут быть две ошибки: либо отсутствие сигнала, либо выход за предельные параметры.

Устройство управления может состоять из нескольких блоков: отдельно для двигателя - ECU (Engine Control Unit) или ECM (Engine Control Module), отдельно для антиблокировочной системы тормозов - ABS, отдельно для подушек безопасности - SRS (Air Bag Supplemental Restraint System), для автоматической коробки передач - A/T (Electronic Automatic Transaxles) и т.д. Но при получении сигнала об ошибке современная система диагностики обязана ответить унифицированно:

- классифицировать неисправность по номеру (коду ошибки) и запомнить этот код в долговременной памяти;
- предпринять корректирующие действия, предусмотренные на этот случай управляющей программой.

После этого сохраненные в памяти коды ошибок считываются специальным прибором (сканером) или вручную, при помощи определенной процедуры, которая вводит электронный блок управления в режим индикации кодов самодиагностики. После их изучения и анализа дополнительных данных принимается решение о последующих мероприятиях.

Однако следует отметить, что часть параметров, определяющих состояние двигателя, остается вне зоны контроля. И даже после считывания кодов важно не только их идентифицировать, но и определить первопричину возникновения неисправности.

Необходимо помнить, что автомобиль - это набор сложных устройств и агрегатов, и что его состояние зависит от большого количества параметров. Таким образом, даже незначительная на первый взгляд неисправность может вызвать целую комбинацию кодов, но в то же время ни один из них не даст ответа на вопрос о том, что же в действительности неисправно. Следовательно, для установления точного диагноза требуется инженерная квалификация, а также наличие довольно длительного периода времени. После чтения кода ошибки нужно выполнить дополнительные проверочные операции для того,

чтобы убедиться в правильной интерпретации кода. Так, например, очень часто коды неисправностей возникают из-за того, что после тех или иных ремонтных операций на автомобиле просто забывают подсоединить разъем или из-за повреждения электропроводки.

До 1994 года в мировой автомобильной промышленности применялись различные системы, стандарты и протоколы для диагностики, которые называются системами семейства OBD-I (On Board Diagnostic). Процедура считывания кодов систем OBD-I напоминала азбуку Морзе: короткие импульсы (длительностью 0,2 с) обозначали единицы, а длинные (1,2 с) - десятки. Паузы между импульсами внутри одного кода составляли приблизительно 0,3 с, а сами коды (если их несколько) разделялись длинными паузами в 1,8-2 с. Коды диагностики OBD-I были двучисловыми (их также называют «короткими» - в отличие от «длинных» пятизначных кодов расширенной диагностики более поздних систем).

К 1995 году начали появляться так называемые расширенные системы, которые долгое время сосуществовали с прежними, но уже с 1996 года по требованиям Агентства по защите окружающей среды США (US Environmental Protection Agency, U.S. EPA <http://www.epa.gov/oms/obd.htm>) и благодаря усилиям Ассоциации инженеров автомобилестроения (Society of Automotive Engineers, SAE <http://www.sae.org/>) были повсеместно введены единые стандарты самодиагностики, протоколов обмена данными, унифицированы требования к диагностическим средствам и структуре кодов. Таким образом, начиная с этого времени все автомобили и грузовики малой грузоподъемности, произведенные для продажи в Соединенных Штатах Америки, оборудуются единой системой самодиагностики OBD-II, а с 2000 года, согласно директиве 98/69EG, все новые автомобили с бензиновыми двигателями и в Европе диагностируются только по этому стандарту. Постепенно на данную систему переходят и автомобильные производители других регионов мира. Признаком этой системы является обязательное наличие в салоне автомобиля характерного 16-контактного диагностического разъема. К сожалению, современные

системы, несмотря на всеобщую стандартизацию, продолжают использовать различные протоколы для связи с модулем управления. OBD-II-совместимый автомобиль может использовать любой из следующих протоколов: J1850 VPW, J1850 PWM, ISO 9141-2, ISO 14230-4 и Keyword Protocol (KWP) 2000. Во всех протоколах применяется импульсно-кодовая модуляция переменной или постоянной длины на основе CAN-bus.

Однако если для получения диагностических данных в прежней системе применялись только специальные дилерские сканеры (или неудобная процедура активизации модуля, уникальная для каждой марки), то OBD-II совместимый автомобиль может тестироваться универсальным OBD-II сканером или прибором.

Назначение всех диагностических систем - унифицированное определение неисправностей в различных узлах и агрегатах автомобиля для принятия решения о последующем ремонте. Но если в системах семейства OBD-I было предусмотрено определение неисправностей ограниченного спектра (двигателя, подушек безопасности, тормозной системы ABS и автоматической коробки передач), то в OBD-II перечень диагностируемых узлов расширен, были добавлены так же климатическая установка, иммобилайзер и различное дополнительное оборудование. Кроме того, значительно увеличилось количество диагностических кодов, теперь более 3000. Для диагностики даже такого «механического» устройства, как термостат, на современных автомобилях так же используются соответствующие алгоритмы и коды ошибок.

Усложнение систем и насыщенность электроникой, в свою очередь, привели к усложнению собственно методов диагностики неисправностей, а требования к техническому персоналу и к качеству применяемого диагностического оборудования значительно возросли.

4. Сервисные микропроцессорные системы автомобиля

Развитие сервисных систем автомобиля является не только маркетинговым ходом фирм-производителей, но и идеологически важным аспектом адаптации сложной технической системы к самому широкому кругу потребителей, которые пользуются этой системой.

В качестве примера, рассмотрим такой режим управления автомобилем как парковка. Друг за другом появлялись зеркала заднего и бокового вида, "парктроник", радар. Но, даже имея в наличии всё это, у многих водителей возникали проблемы с тем, как припарковать свой автомобиль. Теперь широкое распространение получили "парковщики" - автоматическая программа, позволяющая с легкостью припарковать свой автомобиль.

Схема работы данного устройства очень проста. После снижения скорости и нажатия специальной кнопки, автоматические сенсоры начинают "изучать" территорию. Потом используя только педали "газ" и "тормоз" остается припарковать свой автомобиль. Алгоритм работы системы достаточно сложный, любой маленький предмет может внести сумятицу в работу компьютера и тогда припарковывать свой автомобиль придется вручную. Тем не менее, эта система (Park Assist) пользуется огромным спросом, особенно у водителей-женщин. Эту функцию уже предлагают производители автомобилей Volkswagen, Mercedes-Benz, Toyota и Lexus.

Для вождения автомобиля в ночное время суток, может пригодиться система безопасного вождения - "будильник". Это камера, которая следит за положением головы. Как только водитель опустит голову (уснёт за рулем), либо пересечет линию разметки без включенного указателя поворота, так устройство сработает и подаст звуковой сигнал. Более того, водитель под собой почувствует небольшую вибрацию.

Еще один помощник водителя - это система, которая помогает безошибочно распознавать знаки. Данное устройство выводит их на специальный экран, тем самым оповещая водителя об том, что требуется

снизить скорость либо вообще остановиться. Такую систему использует уже Mercedes-Benz E-класса. Фирма Toyota хочет вовсе внедрить такую же систему, но работающую в автоматическом режиме. Если встречается знак STOP, то автомобиль автоматически остановится. Однако, в этом случае, существует вероятность ДТП из-за резкого торможения.

Для избегания подобных неприятных возможных ситуаций, производители многих стран пытаются изобрести общую систему, которая позволит общаться всем участникам дорожного движения. Понятно, что если это осуществится, то поможет избежать в будущем большого количества ДТП. Например, идущий впереди водитель, может сообщить о гололеде, пробке либо о любой другой опасности либо неприятности на дороге.

Всё больше внимания отводится состоянию окружающей среды. Не одна фирма уже внедрила в автомобили специальные компьютеры, которые контролируют движение машины. Подсчитывает, насколько вождение автомобиля оптимально, экономично, ведь экономичное вождение сопровождается меньшими выбросами в атмосферу газов. Например, в Honda Insight, при аккуратной езде, дисплей меняет свой цвет на радующий глаз зелёный, а Ford Fusion помогает вычислить оптимальный момент переключения передачи сигнализирующей лампочкой.

Экспериментальная система Audi помогает снизить бессмысленное сжигание топлива, рассчитывая скорость, с которой нужно двигаться, чтобы не попасть на красный сигнал светофора. Такая система должна работать в связке со светофором..

Мульти-информационный дисплей MID

Мультиинформационный дисплей MID снабжает водителя информацией о работе систем автомобиля, что становится важным преимуществом для достижения максимальной безопасности и надежности. В дороге дисплей контроля/проверки выводит данные опционального бортового компьютера, такие как средний расход топлива, предполагаемое время прибытия и сообщает о неисправностях. дисплей снабжен встроенным цифровыми часами.

Профессиональная HiFi-система с цифровым саунд-процессором DSP. Это один из основных компонентов индивидуальной аудио системы. Благодаря цифровому саунд-процессору DSP частота и громкость каждого канала усилителя и динамиков настраивается отдельно с помощью компьютера. Система гарантирует кристально чистое качество звука.

Рассмотренные системы не исчерпывают всего многообразия возможностей улучшить комфорт водителя и пассажиров автомобиля.

Многие компании занимаются разработкой всевозможных систем автомобильной безопасности - как комплексных, так и хитроумных компонентов жизнеобеспечения.

Благодаря разработкам фирмы Siemens VDO Automotive AG, воздушные подушки безопасности смогут срабатывать не только от удара, но и от звука (рис.2).



Рисунок 2 - Система управления безопасностью фирмы Siemens VDO Automotive AG

В ходе исследований компания разработала специальный сенсор, который следит за вибрациями ходовой части автомобиля. Таким образом, столкновение фиксируется раньше, и его серьезность оценивается сенсором в течение нескольких миллисекунд, после чего включается выброс необходимых подушек безопасности и фиксируется ремень безопасности.

Сенсор Crash Impact Sound Sensor (CISS), способный "услышать" аварию, до установки в автомобиль проходит испытание миллионы раз. Принцип его действия основан на том, что при столкновении различной тяжести звуковые волны также различны. В комбинации с информацией об ускорении они дают электронике четкую картинку происходящего.

Сейчас трудно сказать в каких автомобилях будут использоваться эти разработки. Известно, что Siemens VDO поставляет аварийные сенсоры автопроизводителям всего мира с 1996 года, и новые сенсоры CISS обещают стать достаточно востребованным средством безопасности. В дальнейших планах Siemens VDO - разработка "зрячего автомобиля", который сможет избегать инцидентов благодаря наличию интеллектуальных видео сенсоров.

Одним из критических режимов вождения является своевременный удар по тормозам в экстренной ситуации, когда доли секунды решают вопрос жизни и смерти. В такие моменты педали тормоза и газа должны реагировать практически мгновенно.

Наиболее совершенные современные автомобили оборудованы сложными механизмами торможения, где при нажатии педали газа водитель задействует систему магнитных сенсоров, регистрирующую угловую скорость нажатия, а линейное движение преобразуется во вращательное. Данные, преобразованные в электрический сигнал, используются для контроля двигателя и тормоза. Все хорошо, но такие системы достаточно сложны, дороги и все же требуют значительного времени для переключения.

Новая идея, разработанная инженерами института Fraunhofer Institute for Integrated Circuits (IIS) заключается в мгновенном преобразовании отклонения педали газа в электрические сигналы, что позволяет сгенерировать сигналы для

компьютерной системы контроля в цифровом виде, исключив необходимость в трансмиссионных механизмах. Специальный 3D сенсор, расположенный под педалью газа, измеряет магнитное поле в трех пространственных осях одновременно с точностью до $0,1^\circ$. Уже известно, что новой разработкой заинтересовалась компания BMW, которая уже производит испытания системы на своих автомобилях.

Практически с момента изобретения автомобиля одной из важнейших проблем безопасности были и остаются угонщики. В последнее время с этой проблемой частично справляются интегрированные системы слежения с помощью системы глобального позиционирования GPS. В случае угона достаточно сообщить соответствующим службам, которые займутся розыском угнанного автомобиля с хитроумно запрятанной в труднодоступном месте системой GPS.

Впрочем, сейчас на рынке не редкость предложения для самостоятельного отслеживания местонахождения машины. Вроде системы от компании OnStar, для подключения к которой достаточно просто нажать кнопку на встроенном мобильном телефоне (рис. 3). Система позволяет получать устные указания о направлении движения или определять местонахождение автомобиля после аварии. Более того, может быть послан сигнал для открытия дверей, дистанционного включения световой или звуковой сигнализации для помощи владельцам автомобиля на огромных парковках.

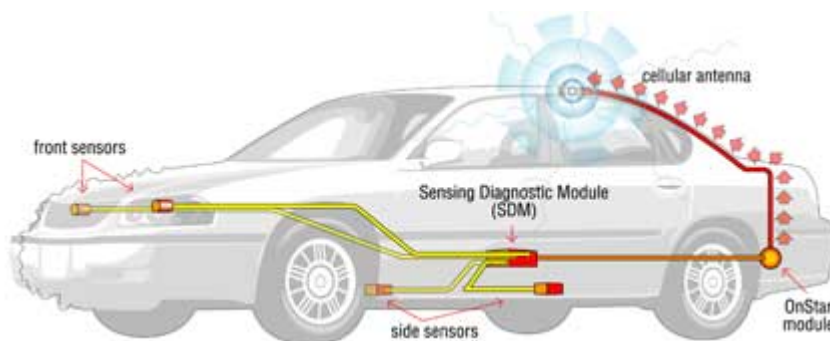


Рисунок 3 - Система от компании OnStar для самостоятельного отслеживания местонахождения машины

Большим положительным фактором продаж системы является ее использование для отпугивания грабителей. Компания, основанная General Motors, оказывает помощь в поиске угнанных автомобилей примерно по 400 раз в месяц.

Однако беспокойство вызывает предположение, что с такой системой силовые структуры или даже хакеры могут подслушивать телефонные звонки владельцев автомобилей или даже получить контроль над системами автомобиля. Любое устройство, отслеживающее угонщика, может отслеживать и владельца автомобиля, полагают сторонники личной безопасности.

Группа инженеров из Германии, занимающаяся исследованиями в области искусственного интеллекта под руководством профессора Рауля Рохаса в рамках проекта BrainDriver лаборатории AutoNOMOS, смогла реализовать возможность управления машиной посредством мыслей.



Рисунок 4

Профессор Рохас со своими коллегами создали почти автономный автомобиль, в котором скорость и направление движения контролируются мыслями водителя. Авто проектировалось на базе Volkswagen Passat.

В первую очередь проектировщики оснастили машину различными камерами и датчиками, которые необходимы для предотвращения возможных негативных последствий мысленного управления.

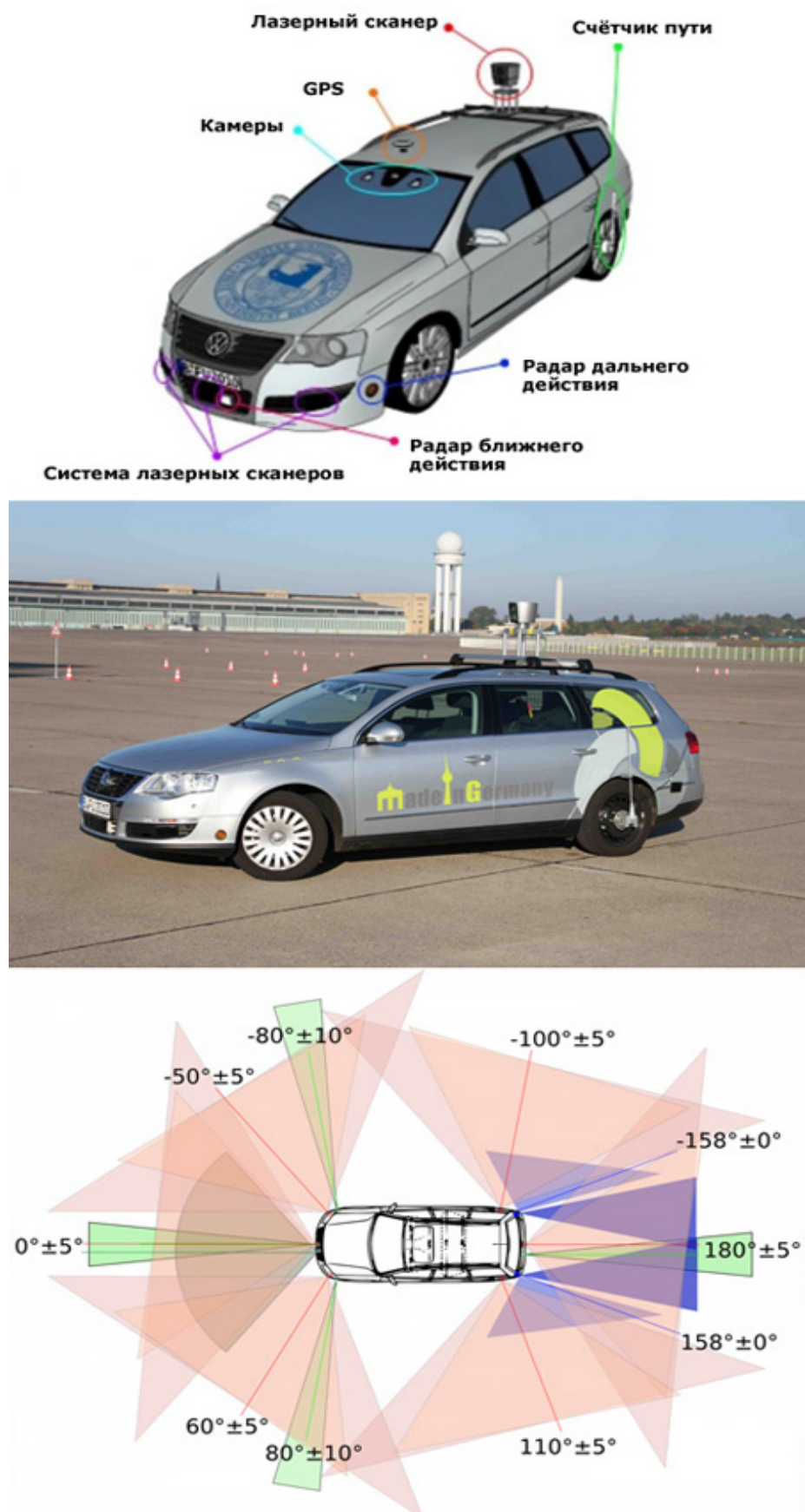


Рисунок 5

На данном рисунке показаны зоны действия установленных на авто сенсоров

Круговой обзор в авто осуществляется установленными микроволновыми и лазерными радары. Главная задача – не допустить столкновение с возникшими препятствиями. Данная модель способна распознать движущийся впереди автомобиль на расстоянии до 200 м.



Рисунок 6

Система датчиков, которая одевается на голову водителя, стоит \$300, а инструментарий для создания программ - \$500. На нижнем рисунке показано размещение 16 датчиков, которые фиксируют активность головного мозга.

Потом ученые создали интерфейс-мозг человека - автомобиль. Это своеобразная система с 16-ю сенсорами, которая одевается на голову водителя и считывает информацию об электрической активности головного мозга, в свою очередь программное обеспечение определяет, о чём думает водитель.

Естественно, конкретные человеческие мысли он считать не может. Но существует возможность его "обучить", что конкретную картинку мозговых волн нужно считать "поворотом налево", другую - "поворотом направо", третью - "торможение" и 4-ю необходимо интерпретировать как "разгон".

5. Гибридный автомобиль

Гибридный синергетический привод (Hybrid Synergy Drive, HSD) - технология силовой установки автомобиля, основанная на синергетическом эффекте, разработана японской корпорацией «Toyota».

Синергия (от греч. *συνεργία* Synergos - (syn) вместе; (ergos) действующий, действие) - это суммирующий эффект.

Взаимодействие двух или более факторов, характеризующееся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы.

Впервые привод применен в 1997 году в серийном автомобиле «Prius».

Привод обеспечивает переход энергии как от аккумулятора к колёсам (режим разгона), так и возврат энергии от колес в аккумулятор (режим рекуперативного торможения).

Цель: работа двигателя внутреннего сгорания в оптимальном режиме (максимум КПД, максимум экономичности, минимум вреда окружающей среде), рекуперация торможения.

Привод объединяет 5 основных компонентов:

- бензиновый двигатель 1NZ-FXE (с изменяемыми фазами газораспределения, цикл Аткинсона, сжатие 13:1), соединён с водилом планетарной передачи;
- электродвигатель (синхронный, постоянный магнит), соединён с короной;
- электрогенератор, соединён с солнцем планетарная передача и электронным вариатором;
- NiMH аккумуляторная батарея (рассчитана на весь срок службы автомобиля);
- инвертор (преобразует постоянный ток в переменный).

Комплекс управляется компьютером по концепции drive-by-wire (без прямого механического контакта).

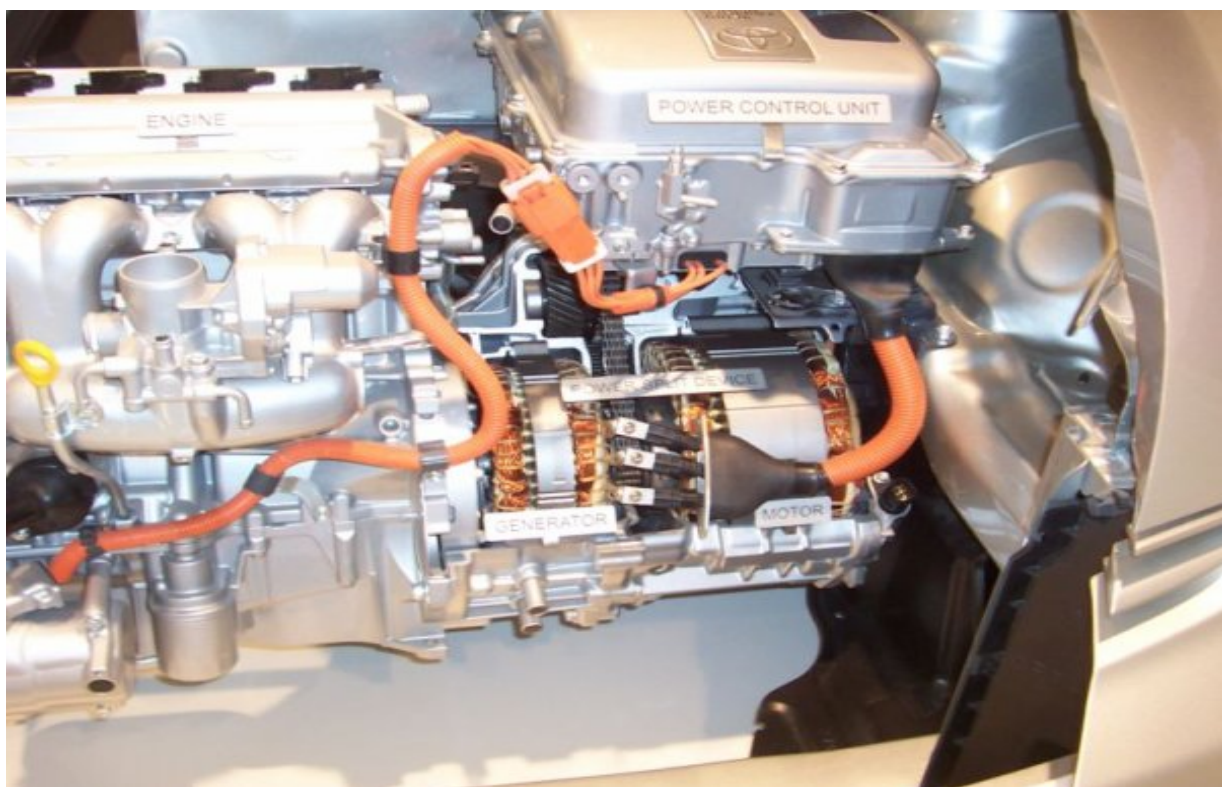


Рисунок 7

Фазы работы. На скорости выше средней, бензиновый двигатель передаёт часть энергии (через корону планетарной передачи) непосредственно на передние колеса, оставшаяся часть (через водило и солнечную шестерню) идет на электрогенератор. От генератора часть тока ответвляется на подзарядку батареи, а часть возвращается (через инвертор 500 В) на тяговый электромотор, который вращает передние колеса через коронную шестерню.

При обгоне (максимальном ускорении) компьютер прекращает подзарядку батареи и направляет весь ток от генератора на электромотор. Кроме того, ток от батареи через инвертор также поступает на электромотор.

При торможении компьютер выключает бензиновый двигатель, а электродвигатель переключается в режим генерации тока и возвращает энергию в батарею (рекуперация).

На малой скорости (до 50 км/ч) автомобиль работает в режиме электромобиля, получая энергию только от батареи.

Таблица 1. Технические характеристики автомобилей Toyota Prius

Особливості		Код моделі			
		Prius-1 (NHW10)	Prius-1.5 (NHW11)	Prius-2 (NHW20)	Prius-3 (ZVW30)
Початок продаж		<u>1997</u>	<u>2000</u>	<u>2003</u>	<u>2009</u>
Тип кузова (коефіцієнт аеродинамічного опору)		<u>Седан</u> (Cx = ?)	<u>Хетчбек</u> (Cx = 0.26)		<u>Хетчбек</u> (Cx = 0.25)
Батарея	Час повної зарядки мережа 220V	--	--	--	--
	Ємність, А·год.	6	6.5	6.5	6.5
	Маса, кг	57	50	45	45
	Модулів (Сегментів у модулі)	40 (6)	38 (6)	28 (6)	28 (6)
	Всього сегментів	240	228	168	168
	Напруга 1го сегмента, В	1.2	1.2	1.2	1.2
	Сумарна напруга, В	288	273,6	201,6	201,6
Електро-двигун	Потужність, кВт	30	33	50	60
Бензиновий 1NZ-FXE	Потужність, кВт (л.)	43 (1.5 л.)	52 (1.5 л.)	57 (1.5 л.)	98 (1.8 л.) 2ZR-FXE
	Макс. оберти, об/хв.	4000	4500	5000	5200
Синергетичний режим	Потужність, кВт (к.с.)	58 (43,5)	73 (99)	82 (111)	100 (136)
Розгон від 0 до 100 км/год, сек		13,5	-	10.9	9.9
Максимальна швидкість (на електродвигуні), км/год		160 (40)	180 (60)	180 (60)	-
Вага, кг		1240	1220	1240	1310
Вихлоп CO ₂ , г/км		-	-	104	90

Фактически, силовая установка автомобиля разбита на два модуля - электрическая подсистема отвечает за работу на переходных и установившихся режимах, подсистема внутреннего сгорания - только за работу на установившихся режимах.

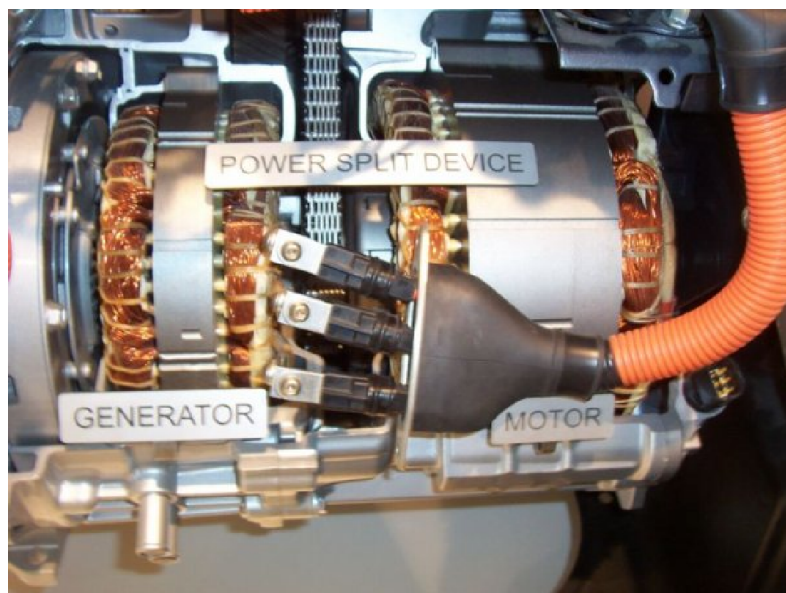


Рисунок 8 - Toyota Prius2004HS

Такой подход кардинально меняет требования к двигателю внутреннего сгорания, и целевые функции конструкторов при разработке всей силовой установки автомобиля, а не только одной трансмиссии, как, например, в опытной разработке General Motors, DaimlerChrysler AG и BMW «Two-Mode», которая предназначена для гибридизации стандартных бензиновых или дизельных двигателей старых конструкций, разработанных без учета работы в составе гибридного агрегата.



Рисунок 9 - Toyota Open HSD

В настоящее время разработка Toyota Prius третьего поколения практически завершена, проходят последние дорожные тесты гибридного автомобиля. Напомним, что согласно последним сведениям новый Prius будет оборудоваться гибридной силовой установкой, состоящей из 1,8-литрового бензинового двигателя и электромотора (на втором поколении Prius используется 1,5-литровый двигатель).

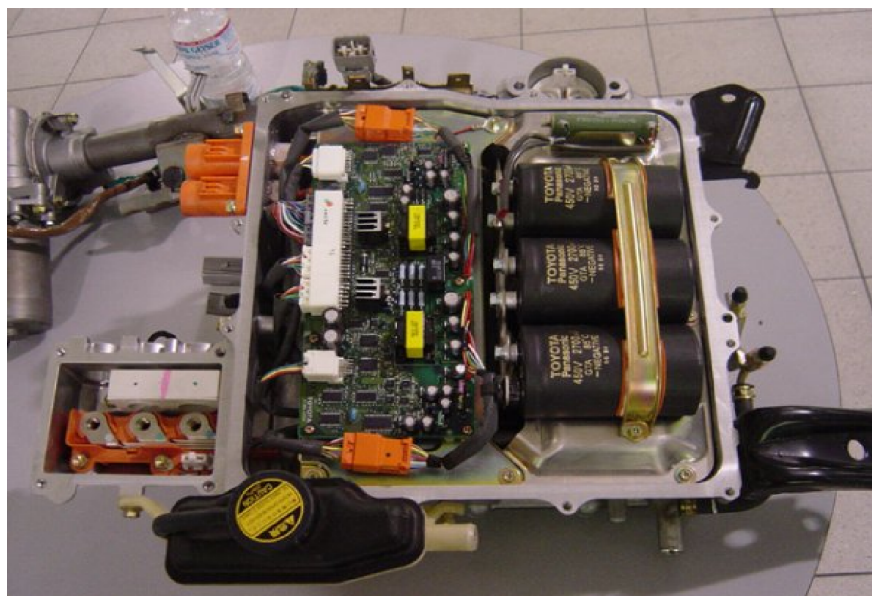


Рисунок 10 - Аккумуляторные батареи

Общая мощность бензо-электрического агрегата составит около 160 л.с., а расход топлива может составить всего 2,9 л на 100 км.



Рисунок 11 - Интерьер Toyota Prius третьего поколения

Кузов автомобиля третьего поколения построен на абсолютно новой базе (хотя по снимкам этого и не скажешь), по ширине автомобиль станет на 2,5 см больше, в длину он уменьшится на 3 см.

В 2007 г. Toyota изготовила 280 тысяч автомобилей Prius. В августе 2009 года суммарное производство автомобилей Prius превысило 2 миллиона экземпляров.

6. Электромобиль

Электромобиль — автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от аккумуляторов или топливных элементов, а не двигателем внутреннего сгорания. Электромобиль следует отличать от автомобилей с двигателем внутреннего сгорания и электрической передачей и от троллейбусов. Подвидами электромобиля считаются электрокар (грузовое транспортное средство для движения на закрытых территориях, подъемно-транспортная машина) и электробус(автобус с аккумулятором).

Электромобиль появился раньше, чем двигатель внутреннего сгорания. Первый электромобиль в виде тележки с электромотором был создан в 1841 году. В первой четверти XX века широкое распространение получили электромобили и автомобили с паровой машиной. В 1900 году примерно половина автомобилей в США была на паровом ходу, в 1910-х в Нью-Йорке в такси работало до 70 тысяч электромобилей. Значительное распространение в начале века получили и грузовые электромобили, а также электрические омнибусы (электробусы).

Изначально запас хода и скорость у электрических и бензиновых экипажей были примерно одинаковыми. Главным минусом электромобилей была сложная система подзарядки. Поскольку тогда еще не существовало усовершенствованных преобразователей переменного тока в постоянный, зарядка осуществлялась крайне сложным способом. Для подзарядки использовался электромотор, работавший от переменного тока. Он вращал вал генератора, к которому были подсоединены батареи электромобиля. В 1906г. был изобретен сравнительно простой в эксплуатации выпрямитель тока, но это существенно проблему подзарядки не решило.

Электромобиль La Jamais Contente 29 апреля 1 мая 1899 года установил рекорд скорости на суше. Он первым в мире преодолел скорость 100 км/ч и достиг скорости 105,882 км/ч. Известный американский конструктор

электромобилей Уолтер Бейкер получил скорость 130 км/ч. А электромобиль фирмы "Борланд Электрик" проехал от Чикаго до Милуоки (167 км) на одной зарядке. На следующий день, после перезарядки, электромобиль вернулся в Чикаго своим ходом. Средняя скорость составила 55 км/ч.



Рисунок 12 - Томас Эдисон у электромобиля Detroit Electric

Возрождение интереса к электромобилям произошло в 1960-е годы из-за экологических проблем автотранспорта, а в 1970-е годы и из-за резкого роста стоимости топлива в результате энергетических кризисов.

Электромобили отличаются низкой стоимостью эксплуатации. Ford Ranger потребляет 0,25 кВт·ч на один километр пути, Toyota RAV4 — 0,19 кВт·ч на километр. Средний годовой пробег автомобиля в США составляет 19 200 км (т. е. 52 км в день). При стоимости электроэнергии в США от 5 до 20 центов за кВт·ч стоимость годового пробега Ford Ranger составляет от \$240 до \$1050, RAV-4 — от \$180 до \$970.

Аккумуляторные батареи служат около трёх лет, или 85000—100000 км пробега.

КПД тягового электродвигателя составляет 88 %—95 %. В городском цикле автомобиль задействует около 3 л. с. двигателя. Городской автотранспорт может быть заменён на электромобили.

Существует легенда, что электромобили отличаются низким уровнем шума, что может создавать проблемы — пешеходы, переходя дорогу, зачастую ориентируются на звук автомобиля. В некоторых странах даже предлагается искусственно повысить уровень шума электромобилей. Разумеется, резкий шум работающего мощного электродвигателя трудно с чем-то спутать, шум электроприводов троллейбуса (в основном воздушных компрессоров и вентиляторов в старых моделях), механических передач (дифференциал и карданная передача), электрокара, поезда метро широко известен, так что электромобилю необходимо обычное для транспорта шумоподавление. Да и шум современного автомобиля на небольшой скорости очень мал, в основном это шум трения колёс об асфальт, гравий или другое покрытие. Однако при использовании маломощных двигателей, как, например, в трамваях, шум действительно практически отсутствует и на некоторых выпускаемых электромобилях искусственно повышают уровень шума.

Электромобиль по сравнению с ДВС имеют следующие преимущества.

- Отсутствие вредных выхлопов в месте нахождения электромобиля.
- Высокая экологичность ввиду отсутствия применения нефтяных топлив, антифризов, трансмиссионных и моторных масел, а также фильтров для этих жидкостей.
- Простота техобслуживания, большой межсервисный пробег.
- Низкая пожаро- и взрывоопасность при аварии.
- Простота конструкции (простота электродвигателя и трансмиссии, отсутствие необходимости в переключении передач) и управления, высокая надёжность и долговечность экипажной части (до 20—25 лет) в сравнении с обычным автомобилем.
- Возможность подзарядки от бытовой электрической сети (розетки), но такой способ в 5—10 раз дольше, чем от специального высоковольтного зарядного устройства.

- Электромобиль — единственный вариант применения на легковом автотранспорте дешевой (по сравнению с бензином) энергии, вырабатываемой АЭС, ГЭС и электростанциями других типов.

- Массовое применение электромобилей смогло бы помочь в решении проблемы «энергетического пика» за счёт подзарядки аккумуляторов в ночное время.

- ТЭД имеют КПД до 90-95 % по сравнению с 22-42 % у ДВС ^[4].

- Меньший шум за счёт меньшего количества движимых частей и механических передач.

- Высокая плавность хода с широким интервалом изменения частоты вращения вала двигателя.

- Возможность подзарядки источников энергии во время рекуперативного торможения.

- Возможность торможения самим электродвигателем (режим электромагнитного тормоза) без использования механических тормозов - отсутствие трения и соответственно износа тормозов.

- Простая возможность реализации полного привода и торможения путем применения схемы "мотор-колесо".

Электромобиль по сравнению с ДВС имеют следующие недостатки.

- Аккумуляторы за полтора века эволюции так и не достигли характеристик, позволяющих электромобилю на равных конкурировать с автомобилем по запасу хода и стоимости, несмотря на значительное усовершенствование конструкции. Имеющиеся высокоэнергоемкие аккумуляторы либо слишком дороги из-за применения драгоценных или дорогостоящих металлов (серебро, литий), либо работают при слишком высоких температурах (рабочая температура натрий-серного аккумулятора — более 300 °С). Кроме того, такие аккумуляторы отличаются высоким саморазрядом. Одним из перспективных направлений стала разработка никель-металл-гидридных аккумуляторов с оптимальным соотношением энергоемкости и себестоимости, перспективными считаются и аккумуляторы

на основе полипропилена, однако из-за патентных ограничений на электромобилях применяются свинцово-кислотные АКБ. Впрочем, энергоёмкость таких АКБ увеличилась за XX век в 4 раза (до 40—45 Вт·ч/кг) и они не требуют обслуживания в течение всего срока службы. Значительно повысить отдачу от аккумуляторов позволило применение электронных систем оперативного контроля за состоянием и зарядкой-разрядкой АКБ. Возможно выходом из этой ситуации будет применение топливных элементов, в частности дешевающих PEM-элементов.

– Аккумуляторы хорошо работают при движении электромобиля на постоянных скоростях и при плавных разгонах. При резких стартах тяговые АКБ теряют много энергии. Для увеличения пробега электромобиля необходимы специальные стартовые системы, например, на конденсаторах, а также применение систем рекуперации энергии (экономия до 25 %).

– Проблемой является производство и утилизация аккумуляторов, которые часто содержат ядовитые компоненты (например, свинец и литий) и кислоты.

– Около 10 % энергии теряется в коробке передач и других элементах трансмиссии. Для решения этой проблемы компания Mitsubishi Motor разработала колесо с встроенным электродвигателем (мотор-колесо). Система получила название Mitsubishi In-wheel motor Electric Vehicle (MIEV). Аналогичное мотор-колесо разработала Toyota. Прототип автомобиля Toyota Fine-T может поворачивать колёса перпендикулярно оси автомобиля, что позволяет значительно упростить парковку. Возможно также решением данной проблемы будет отказ от коробки передач в пользу

– обычной цилиндрической передачи, как на локомотивах (КПД около 95 %) или простого карданного вала, как на троллейбусах.

– Часть энергии аккумуляторов тратится на охлаждение или обогрев салона автомобиля, а также питание прочих бортовых энергопотребителей (например, свет или воздушный компрессор). Предпринимаются усилия, чтобы

решить эту проблему с использованием топливных элементов, ионисторов и фотоэлементов.

– Для массового применения электромобилей требуется создание соответствующей инфраструктуры для подзарядки аккумуляторов («автозарядные» станции).

– При массовом использовании электромобилей в момент их зарядки от бытовой сети возрастают перегрузки электрических сетей «последней мили», что чревато снижением качества энергоснабжения и риском локальных аварий сети.

– Длительное время зарядки аккумуляторов по сравнению с заправкой топливом.

– При использовании в качестве ТЭД двигателя постоянного тока необходимо тщательное обслуживание (в частности проверка щеток коллектора) из-за «капризности» электродвигателя.



Рисунок 13 - Chevrolet Volt



Рисунок 14 - Электромобиль Reva NXR (Индия)

В 2004 году в США эксплуатировалось 55852 электромобиля. Кроме этого в США эксплуатируется большое количество самодельных электромобилей. Наборы комплектующих для конвертации автомобиля в электромобиль продаются в магазинах. Минимальная стоимость конвертации составляет \$1500.

Мировой лидер по производству электрического транспорта — Китай.

Помимо этого, небольшие электромобили упрощённой конструкции (электрокары, электропогрузчики и т. д.) широко применяются для перевозки грузов на вокзалах, вцехах и больших магазинах, а также как аттракцион. В данном случае все недостатки в виде малого запаса хода и скорости, высокой собственной стоимости батарей и массы, перекрываются преимуществами: отсутствием вредных выхлопов и шума, что принципиально важно для работы в закрытых людных помещениях. Формально к электромобилям такие машины относить не принято из-за специфичности их применения.

Основной фактор, сдерживающий массовое производство электромобилей — малый спрос, обусловленный высокой стоимостью и малым пробегом от одной зарядки. Существует точка зрения, что широкое распространение электромобилей сдерживается дефицитом аккумуляторов и их высокой ценой. Для разрешения этих проблем многие автопроизводители создали совместные предприятия с производителями аккумуляторов. Например, Volkswagen AG создал совместное предприятие с Sanyo Electric, Nissan Motor с NEC Corporation, и т. д.

22-23 мая 2010 года переделанная на электротягу малолитражка Daihatsu Mira EV, творение Японского клуба электромобилей, проехала 1003 километра и 184 метра на одном заряде аккумулятора.^[6]

24 августа 2010 года электромобиль «Venturi Jamais Contente» с литий-ионными аккумуляторами на солёном озере в штате Юта установил рекорд скорости 495 км/ч на дистанции 1 км. Во время заезда автомобиль развивал максимальную скорость 515 км/ч^[7].

27 октября 2010 года электромобиль «lekker Mobil» конвертированный из микровэна Audi A2 совершил рекордный пробег на одной зарядке из Мюнхена в Берлин длиной 605 км в условиях реального движения по дорогам общего пользования, при этом были сохранены и действовали все вспомогательные системы, включая отопление. Электромобиль с электродвигателем мощностью 55 кВт был создан фирмой «lekker Energie» на основе литий-полимерного аккумулятора «Kolibri» фирмы «DBM Energy». В аккумуляторе было запасено 115 кВт·ч, что позволило электромобилю проехать весь маршрут со средней скоростью 90 км/ч (максимальная на отдельных участках маршрута составляла 130 км/ч) и сохранить после финиша 18% от первоначального заряда. По данным фирмы DBM Energy электропогрузчик с таким аккумулятором смог непрерывно проработать 32 часа, что в 4 раза больше, чем с обычным аккумулятором. Представитель фирмы «lekker Energie» утверждает, что аккумулятор «Kolibri» способен обеспечить суммарный ресурсный пробег до 500 000 км.

29 ноября 2010 года победителем конкурса Европейский автомобиль года впервые объявлен электромобиль модели Nissan Leaf, получивший 257 очков^[9].

Согласно исследованиям IDTechEx, индустрия электротранспорта достигнет в 2005 году уровня продаж в \$31,1 млрд по всему миру (включая гибридный транспорт). К 2015 году рынок электротранспорта вырастет примерно в 7 раз и достигнет \$227 млрд.

Некоторые автопроизводители не собираются производить гибридные автомобили, а сразу начать производство электромобилей. Они отстали в научных разработках, не могут самостоятельно создать гибридный автомобиль, или считают гибриды бесперспективными. Например, японская компания Mitsubishi Motors в 2009 году начала промышленное производство электромобилей на базе Colt. На нём будут установлены литий-ионные аккумуляторы. Существующие прототипы имеют дальность пробега 150 км.

Ведутся работы над созданием аккумуляторных батарей с малым временем зарядки (около 15 мин.), в том числе и с применением наноматериалов. В начале 2005 года компания Altairnano объявила о создании инновационного материала для электродов аккумуляторов. В марте 2006 г. Altairnano и Boshart Engineering заключили соглашение о совместном создании электромобиля. В мае 2006 г. успешно завершились испытания автомобильных аккумуляторов с $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ электродами. Аккумуляторы имеют время зарядки 10-15 минут.

Рассматривается также возможность использования в качестве источников тока не аккумуляторов, а ионисторов (суперконденсаторов), имеющих очень малое время зарядки, высокую энергоэффективность (более 95 %) и намного больший ресурс циклов зарядка-разрядка (до нескольких сотен тысяч). Опытные образцы ионисторов на графене имеют удельную энергоемкость 32 Вт·ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30–40 Вт·ч/кг).

Разрабатываются электрические автобусы на воздушно-цинковых (Zinc-air) аккумуляторах.

General Motors в январе 2007 г. представил концепт Chevrolet Volt, способный проезжать в режиме электромобиля 65 км.

По прогнозам PriceWaterhouseCoopers к 2015 г. мировое производство электромобилей вырастет до 500 тыс. штук в год.

Компания	Страна	Год	Планы
Reva Electric Car	Индия	2009	расширить производство до 35000 шт. в год
GM	США	2010	начало производства Chevrolet Volt
Tesla Motors	США	2011	начало продаж Model S
Phoenix Motorcars	США	2011	100000 шт. в год
Renault	Франция	2011	начало производства Renault Kangoo Express, сайт Renault об электромобилях компании, представлена серийная модель Renault Zoe
Nissan	Япония	2012	серийное производство

Mitsubishi	Япония	2009	начало производства i MiEV, 20000 шт. в год к 2011 году
Fuji Heavy Industries (Subaru)	Япония	2009	начало производства R1e
Tianjin Qingyuan Electric Vehicle Co. Ltd.	Китай	200-	строится завод мощностью 20000 шт. в год
Smith Electric Vehicles	Великобритания	2010	5000 грузовиков в год в Европе, 10 000 грузовиков в год в США
Opel	Германия	2010	начало производства
Daimler	Германия	2010	начало производства электромобилей smart fortwo и Mercedes
Bavina industries	Индия	2009	5000 шт. в год
Bolloré + Pininfarina	Италия	2010	начало производства BLUECAR. 60 тысяч в год к 2015 году
Th!nk	Норвегия	2009	10000 шт. в год
Detroit Electric	Китай — США	2010	45 тысяч шт., в 2012 году увеличить производство до 270 тысяч в год.
BYD Auto	Китай	2009—2010	начало производства E6
LTI Vehicles	Великобритания	2009	начало производства такси для Лондона ^[28]
BMW	Германия	2012	начало продаж в США
Mahindra&Mahindra	Индия	2010	начало продаж в Индии
Dongfeng Nissan	Китай — Япония	2012	начало продаж в Китае
Ford	США	2010 2011 2012	Коммерческий грузовик Микроавтомобиль Автомобиль С-класса
Toyota	Япония	2012	начало производства iQ
Beiqi Foton	Китай	март-апрель 2009	начало производства
Chery Automobile	Китай	2009	начало продаж Chery S18
Honda	Япония	2015	начало продаж в США
ГАЗ	Россия	2010	начало производства ГАЗель-Электро
Citroën	Франция	2010	начало производства C-ZERO
Chrysler	США	2012	начало производства