

## Дисциплина «ЭСКТС»

### Часть 3 «Мехатронные системы ходовой части автомобиля»

#### Тема 16 «Построение систем помощи водителю и безопасности движения»

#### Лекция № 47 (2 часа)

Вопросы:

#### 3. Характеристика компонентов телематических систем

#### 4. Особенности структуры парковочных систем и систем круиз-контроля.

### 3 Характеристика компонентов телематических систем

**Телематические системы** объединяют средства телеметрии и автоматики.

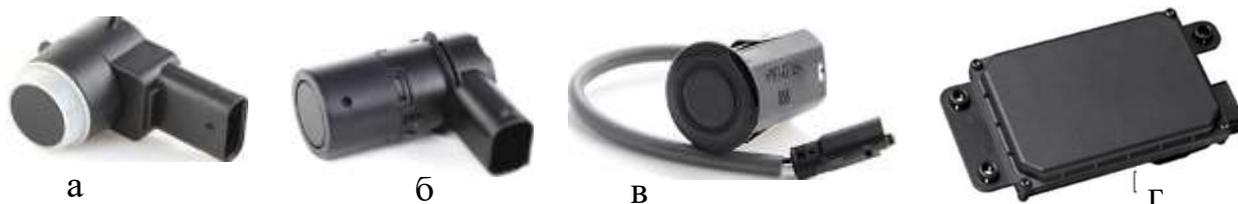
**В телеметрических системах** помощи водителю применяются приемопередающие устройства (компоненты), получившие названия:

- ультразвуковые датчики-радары;
- радары и лидары;
- автомобильные видеокамеры;
- автомобильные тепловизоры;
- процессоры распознавания изображений.

**Ультразвуковым датчиком-радаром** называется сенсорное устройство, преобразующее электрическую энергию в ультразвуковые волны (механические вибрации с частотой свыше 20 кГц) и наоборот. Принцип работы ультразвукового датчика похож на радар и оценивает наличие цели на основе интерпретации отраженного от нее сигнала. Принимая скорость звука за постоянную величину, с помощью ультразвукового датчика определяется и **расстояние до объекта**, которое соответствует интервалу времени между отправкой сигнала и возвращением его эха.

Ультразвуковой датчик имеет ряд особенностей, определяющий область применения данного устройства. Среди них выраженная направленность сигналов, небольшая дальность действия, невысокая скорость распространения волн. Основное преимущество ультразвуковых датчиков это сравнительно низкая цена. **В автомобилях** ультразвуковые датчики используются в различных парковочных системах. Ультразвуковые датчики с увеличенной дальностью действия применяются в ряде конструкций системы помощи при перестроении для контроля «слепых» зон.

Основу ультразвукового датчика составляет преобразователь, объединяющий активный элемент и диафрагму. Преобразователь работает как **передатчик и как приемник**. Активный элемент генерирует короткий импульс и принимает его эхо от препятствия. Он изготавливается из пьезоэлектрического материала. Алюминиевая диафрагма является контактной поверхностью датчика и определяет его акустические характеристики. Преобразователь имеет упругое основание, поглощающее вибрации. Все элементы ультразвукового датчика помещены в пластмассовый корпус с разъемом для подключения, рисунок 1.



а, б, в – фиксированного использования; г – **электронно-сканирующий радар ESR Delphi**  
 Рисунок 1 – Конструкции ультразвуковых датчиков

При получении внешнего сигнала активный элемент заставляет вибрировать диафрагму, которая посылает ультразвуковые импульсы в пространство. При встрече с препятствием импульсы отражаются, возвращаются к преобразователю и создают вибрации активного элемента, с которого снимается электрический сигнал.

Основными техническими характеристиками ультразвукового датчика являются дальность обнаружения препятствия, частота сигнала, быстродействие (скорость определения препятствия). Современные **парковочные датчики** имеют дальность обнаружения до 2,5 м, частоту сигнала 40 кГц и быстродействие порядка 0,1 с. Ультразвуковые датчики в системе автоматической парковки, системе помощи при перестроении имеют дальность действия до 4,5 м.

Несмотря на неоспоримые преимущества, ультразвуковой датчик парковки имеет серьезные функциональные ограничения. Работоспособность датчика и соответственно точность показаний снижаются в плохих погодных условиях (дождь, снег, лед) и при загрязнении. Сенсор может пропустить мелкие предметы (стойки ограждения), поверхности, имеющие низкую отражающую способность. Датчик может неверно работать при движении автомобиля по крутому склону, когда поверхность земли воспринимается как препятствие. Ошибки в показаниях наблюдаются при встрече с гладкой наклонной поверхностью.

Расширение области (углового диапазона) обзора ультразвукового радара можно получить двумя способами – механическим или электронным сканированием. Первый способ имеет ограничения по точности измерений и надежности, связанные с эксплуатационными факторами. Перспективным является второй способ – применение технологии электронно-сканирующего радара. Так, например, на модели Ford Focus устанавливают мульти-режимный электронно-сканирующий радар ESR (Electronically Scanning Radar) от Delphi Automotive, рисунок 1, г.

Помимо общих преимуществ электронного сканирования по сравнению с механическим, Delphi ESR характеризуется широкой областью обзора в среднем и дальнем диапазонах и обеспечивает два измерительных режима одновременно. В среднем диапазоне обзора ESR идентифицирует автомобили и пешеходов, а в дальнем обеспечивает точное детектирование диапазона и данных

скорости с дискриминацией до 64 целей на пути автомобиля. Функциональность, которую допускают радары переднего обзора ESR, объединяет системы адаптивного круиз-контроля: предупреждения о переднем столкновении, торможения, предупреждения об интервале движения впереди (Headway Alert) [8].

Для повышения чувствительности и точности измерений на дальних дистанциях разработаны **радары с инфракрасным (лазерным)** диапазоном излучения (длина волны 800 Нм). Такие радары получили название лидары LIDAR (Light Detection And Ranging). В лидаре на лазерный диод подаются короткие импульсы тока, возбуждающие излучение через специальную сканирующую оптику, образуя для АСС необходимый сектор обзора. Отраженный сигнал принимается оптикой с учетом направления и подается на фотодиод для дальнейшей обработки в ЭБУ.

В лазер подаются импульсы длительностью около 30 нс. Принятый сигнал дискретизируется в АЦП на частоте 50 МГц. Для определения положения объектов относительно автомобиля и формирования сектора обзора используется сканирующий механизм в излучающей и принимающей оптике. Обычно это подвижные зеркала или вращающиеся ширмы. Период сканирования около 100 мс.

В США, Японии и Европейском сообществе в качестве датчиков расстояния и относительной скорости используются **радары миллиметрового диапазона**, работающие на частоте 77 ГГц. Применяются два типа радаров: **импульсный и с постоянной модуляцией частоты**. В системах с импульсным радаром посылаются импульсы излучения с постоянной несущей частотой. В радаре с модуляцией частоты излучение производится непрерывно с девиацией частоты в заданном диапазоне. К тому моменту, когда отраженный от препятствия сигнал вернется к приемнику, частота излучателя изменится. Расстояние до препятствия определяется по частоте биений для сигналов излучения и отражения. По эффекту Доплера определяется скорость движения автомобиля относительно препятствия.

**Лидары** получают более слабый отраженный сигнал по сравнению с миллиметровыми радаром. Измерение эффекта Доплера для лидаров на практике не реализуется. Лидар измеряет только расстояние до объекта, дифференцируя которое, контроллер вычисляет относительную скорость. Радары в миллиметровом диапазоне позволяют измерять и расстояние, и относительную скорость, но их разрешающая способность зависит от диаметра излучателя.

Следующим шагом развития радарных систем стало применение комбинации радарных устройств с интегрированным устройством обработки сигналов (чипсетов). Такой чипсет от Freescale представляет радарное решение в частотном диапазоне 77 ГГц. С его помощью обеспечивается функциональность мониторинга окружения вокруг автомобиля **в дальнем и среднем диапазонах обзора**. **Радарная система Freescale** основана на мультиканальных **ресиверах и трансмиттерах**, допускающих высокий уровень интеграции.

В системе предупреждения об аварии контролируемый MCU трансмиттер на 77 ГГц излучает сигналы, отраженные от объекта, идущего впереди, сбоку, сзади, эти сигналы захватываются посредством множественных ресиверов, интегрированных в автомобиле [8].

Видеокамеры широко используются в различных системах современного автомобиля. Основная область применения автомобильных видеокамер это системы активной безопасности: автоматического экстренного торможения, помощи движению по полосе, помощи при перестроении, ночного видения, распознавания дорожных знаков, аварийного рулевого управления, обнаружения пешеходов, кругового обзора, оптической парковки, рисунок 2.



а – видеорегистратора; б – системы помощи; в – общего применения; г – кругового обзора  
Рисунок 2 – Автомобильные видеокамеры

Также видеокамера применяется в системе управления дальним светом, противоугонных системах, видеорегистраторах. Видеокамера является важным конструктивным элементом в разрабатываемых системах автоматического управления автомобилем.

В зависимости от системы сигнал от видеокамеры служит для создания изображения или его дальнейшей обработки. Полученное изображение призвано предоставить водителю достоверную информацию и оказать помощь в сложных ситуациях. В более современных системах ЭБУ производит обработку изображения с помощью специального программного обеспечения. В результате формируются предупреждающие сигналы водителю и управляющие воздействия на исполнительные механизмы систем.

Видеокамеры устанавливаются со всех сторон автомобиля. Количество и места установки определяются конкретной системой. Самое распространенное место видеокамеры спереди, как правило, за салонным зеркалом заднего вида или за решеткой радиатора, рисунок 3.

Сбоку видеокамера устанавливается в корпусе наружного зеркала заднего вида. Сзади камеру можно увидеть в блоке фонарей освещения номерного знака. На автомобилях используются в основном черно-белые цифровые камеры. Они имеют более высокую разрешающую способность и чувствительность, а также значительно дешевле цветных видеокамер.



а, б – с камерой во внутреннем зеркале заднего вида; в – с автономной камерой  
Рисунок 3 – Компоновка элементов видеосистем

Цветные видеокамеры применяются там, где цветное изображение имеет принципиальное значение, а именно в системе распознавания дорожных знаков, оптической парковочной системе, системе кругового обзора, видеорегистраторе.

Основу цифровой видеокамеры составляет датчик изображения, который преобразует оптическое изображение в электрический сигнал. Датчик представляет собой интегральную микросхему (матрицу). Матрица состоит из массива светочувствительных элементов (пикселей). Количество пикселей в матрице во многом определяет разрешение и качество изображения. Различают два типа матриц и соответственно два типа видеокамер – CCD (Charged Coupled Device) и CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor). Матрицы первых, состоят из множества фотодиодов – пикселей, которые опрашиваются последовательно. CCD-матрица обеспечивает высокое качество изображения, но требует значительных затрат мощности. В CMOS-матрицах обеспечивается одновременное (параллельное) считывание данных всех пикселей, что значительно повышает скорость работы, снижает энергопотребление, уменьшает размеры и стоимость видеокамеры.

Компоновка радаров и видеокамер в одном модуле позволяет получить универсальный блок для построения систем полного обзора в окрестности автомобиля. Одним из примеров является новая радарная концепция от TRW, которая представляет собой семейство короткодиапазонных масштабируемых радаров, допускающих детектирование в секторе 360 градусов и реализацию множественных функций безопасности и комфорта.

Радарные датчики могут быть также интегрированы с системами автомобильного торможения (для осуществления экстренного торможения) и системами электрического рулевого управления (для помощи в пробках). Последние разработки Delphi позволяют объединить множество систем безопасности посредством **одного интегрального** модуля со слиянием данных и тем самым снизить системную цену. Новейший продукт от Delphi с сенсорным слиянием под названием **RACam** представляет собой интегрированную систему на основе **радаров и камер**, рисунок 4, а.



а – интегрированный модуль Delphi RACam б – стереокамера от Continental

Рисунок 4 – Радарные концепции

С целью повышения разрешающей способности видеокамер разработаны стереосистемы обзора скомпонованные в один конструктив. Инженеры Continental разработали стереокамеру – интегрированный сенсорный блок на базе двух монокамер, предназначенный стать частью системы безопасности для пешеходов и интегральным элементом системы торможения, рисунок 4, б.

Стереокамера способна различать изображения в пределах одного кадра, а также стационарные и движущиеся препятствия. Камера позволяет использовать входные данные для определения размера препятствия и расстояния до него, что не может быть получено со столь же высокой надежностью посредством монокамерных измерителей [8].

Для помощи водителю в темное время суток применяются технологии тепловидения. На сегодняшний день в **автомобильных тепловизорах** используется специальная матрица, которая реагирует на выделяемое тепло любого объекта. В отличие от первых моделей тепловизоров такие камеры не боятся засветки и им не нужен свет в принципе. Изображение на экране полностью сформировано на основе выделяемого тепла объекта. Наиболее важными параметрами у тепловизоров являются: частота обновления кадров и размер объектива.

Современные автомобильные тепловизоры видят на расстоянии до 400 м. В последних моделях установлены так называемые **DSP модули**, которые на экране могут выделять людей, животных и автомобили. Родоначальником таких тепловизоров является компания FLIR, которая выпустила модель Pathfind IR, рисунок 5.



а – тепловая камера с защитным кожухом; б – монитор; в – коммуникационные кабели

Рисунок 5 – Комплектация автомобильного тепловизора

Второе поколение Pathfind IR II уже имеет модуль DSP который идентифицирует людей и животных. Конкурентом Pathfind IR II является Guide N-Driver китайского производителя Guide и российский Pergam Driver [9].

Находят применение пассивные и активные **системы ночного видения**. Системы **Audi night vision assistant** отличается освещением обнаруженных пешеходов и организацией средства отображения информации, рисунок 6.



а

б

а – с подсветкой пешеходов (Audi); б – проекционный HUD-дисплей Connected Drive (BMW)

Рисунок 6 – Средства отображения ассистентов ночного видения:

Система сканирует область перед автомобилем посредством **тепловой камеры и высвечивает пешеходов на расстоянии до 90 м**. Если система определяет, что есть риск столкновения автомобиля и обнаруженного пешехода, то цвет освещения становится красным и издается предупреждающий сигнал.

Аналогичная функция подсветки пешеходов реализована в системах ночного видения BMW Night Vision и других производителей. Такие системы анализируют обстановку на расстоянии **до 300 м** впереди автомобиля посредством **инфракрасной камеры**. Если процессорная система вычисляет опасность столкновения, водитель получает предупреждение **на дисплее управления или на лобовом стекле** в виде символа, соответствующего расположению человека за пределами автомобиля [8].

В **процессоры распознавания изображений** Toshiba серии TMPV75 интегрированы в модули обработки медиаданных MPE (Media Processing Engine) с архитектурой RISC и ускорители обработки изображений, которые можно использовать в упомянутых выше системах помощи водителю [10]. Чтобы достичь высокой производительности обработки данных изображений, в модулях MPE используются три архитектуры параллелизма: многоядерная на уровне задач; на уровне команд VLIW (Very Long Instruction Word); с одним потоком команд; с несколькими потоками данных SIMD (Single Instruction stream, Multiple Data stream) на уровне данных. Ускорители обработки изображений позволяют обрабатывать изображения в режиме реального времени и потребляют мало энергии. Микроконтроллеры серии TMPV75 можно использовать для решения различных показанных ниже задач, связанных с распознаванием изображений в упомянутых системах помощи водителю.

Микроконтроллеры серии TMPV75/76 выполняют четыре основные функции:

- параллельное выполнение восьми приложений распознавания изображений;
- решения обработки изображений, сочетающие высокую скорость и низкое энергопотребление;
- оригинальная технология компании Toshiba, позволяющая распознавать образы на основе цветowych данных нескольких типов;
- обнаружение обычных препятствий с помощью технологии трехмерной реконструкции.

#### 4. Особенности структуры парковочных систем и систем круиз-контроля

Парковочная система (Parktronic System) является вспомогательной системой активной безопасности автомобиля, облегчающей процесс парковки автомобиля. Наибольшая эффективность от применения парковочной системы реализуется при движении автомобиля задним ходом, в темное время суток, при сильной тонировке стекол, а также в стесненных условиях (парковка, гараж и др.).

Парковочные системы можно условно разделить на две большие группы – **пассивные** и **активные**. Пассивные парковочные системы представляют только необходимую для парковки информацию, при этом управление автомобилем осуществляется водителем. Активные парковочные системы обеспечивают парковку автомобиля в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Известными **пассивными** парковочными системами являются:

- Parktronic System, PTS на автомобилях Audi;
- Parking Distance Control, PDC на автомобилях BMW;
- Acoustic Parking System, APS на автомобилях Audi;
- Park Assistant на автомобилях Opel;
- Optical Parking System, OPS на автомобилях Audi.

**Пассивные парковочные системы** устанавливаются на автомобиль при покупке в качестве опции или отдельно. На один автомобиль может быть установлено несколько пассивных парковочных систем. В основу работы пассивных парковочных систем положен контроль расстояния до препятствия и информирование водителя об этом.

**Парктроник (Parktronic)** стало нарицательным именем большинства пассивных парковочных систем, устанавливаемых на автомобили. Конструктивно **Parktronic** включает датчики парковки, электронный блок управления и устройство индикации.

В качестве датчиков парковки используются **ультразвуковые датчики**. Обычно устанавливается 4 – 8 датчиков парковки, из которых 4 задних датчика и, при необходимости, 2 – 4 передних датчика. Датчики устанавливаются, как правило, в переднем и заднем бампере автомобиля.

Датчик посылает сигнал ультразвуковой частоты (порядка 40 кГц) и принимает его отражение от препятствия. Чем меньше время возвращения сигнала, тем ближе находится препятствие. Эффективная работа датчика парковки осуществляется на расстоянии 0,25-1,8 м от препятствия. Электрические сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления. В зависимости от величины сигналов электронный блок формирует информацию для устройства индикации. **Устройство индикации** служит для отображения информации о приближении к препятствию и предупреждения водителя об опасности. В устройствах применяются следующие виды индикации: **звуковая; световая; цифровая; оптическая.**

Работа звукового индикаторного устройства характеризуется подачей звуковых сигналов с определенной частотой в зависимости от расстояния до препятствия (от прерывистого до непрерывного сигнала). Звуковая сигнализация, например, используется в системе APS.

В устройствах, оборудованных световой индикацией, используется световая шкала, реализованная с помощью светодиодов разного цвета. В зависимости от расстояния до препятствия происходит изменение цвета от зеленого к красному.

Устройство цифровой индикации показывает фактическое расстояние до препятствия. Обычно цифровая индикация совмещена со световой индикацией. Оптическая индикация предполагает наличие жидкокристаллического дисплея, на который выносятся цифровая и цветовая информация, а также схематическое изображение автомобиля. Примером оптической парковочной системы является система OPS.

С целью улучшения заднего обзора и облегчения движения и парковки задним ходом, в автомобилях может устанавливаться **камера заднего вида**. Видеокамера снимает происходящее за автомобилем и передает на информационный дисплей. Помимо этого, на информационный дисплей может выводиться рекомендуемое направление движения (рис. 7).



а – с дискретными компонентами; б – интегрированная в зеркало заднего вида

Рис. 7. Комплектация системы Parktronic

Камера заднего вида является одним из элементов системы кругового обзора. Включение камеры производится при включении передачи заднего хода. По своей сути, камера заднего вида является разновидностью пассивной парковочной системы. Следующим поколением развития парковочных систем являются активные парковочные системы.

Различные системы *автоматической парковки* помогают при выполнении параллельной парковки, перпендикулярной парковки. Больше распространены системы с параллельной парковкой. Автоматическая парковка осуществляется за счет согласованного управления углом поворота **рулевого колеса и скорости движения** автомобиля. Известными интеллектуальными системами помощи при парковке являются:

- Park Assist на автомобилях Volkswagen;
- Park Assist Vision на автомобилях Volkswagen;
- Intelligent Parking Assist System на автомобилях Toyota, Lexus;
- Remote Park Assist System на автомобилях BMW;
- Active Park Assist на автомобилях Mercedes-Benz, Ford;
- Advanced Park Assist на автомобилях Opel.

Конструкция системы автоматической парковки включает ультразвуковые датчики, выключатель, электронный блок управления, а также исполнительные устройства систем автомобиля.

В интеллектуальной системе помощи при парковке используются ультразвуковые датчики, аналогичные пассивной парковочной системе, но имеющие большую дальность действия (до 4,5 м). Количество датчиков в зависимости от разновидности системы различается. Например в системе Park Assist последнего поколения устанавливается 12 ультразвуковых датчиков: 4 – впереди, 4 сзади и 4 по бокам автомобиля. Включение системы осуществляется принудительно при необходимости осуществить парковку.

Электронный блок управления принимает сигналы от ультразвуковых датчиков и преобразует их в управляющие воздействия на исполнительные устройства, в качестве которых выступают другие системы автомобиля: курсовой устойчивости, управления двигателем, электроусилитель рулевого управления, автоматическая коробка передач. Взаимодействие с указанными системами осуществляется через соответствующие электронные блоки управления.

Необходимая для автоматической парковки информация выводится на информационный дисплей и используется водителем в процессе парковки. **Работу системы автоматической парковки** условно можно разделить на два этапа: поиск подходящего места на парковке и собственно выполнение парковки.

Поиск подходящего места на парковке производится с помощью ультразвуковых датчиков. Например, в конструкции системы Park Assist для этой цели предусмотрено четыре боковых ультразвуковых датчика – по два с

каждой стороны автомобиля. При движении автомобиля вдоль ряда припаркованных машин с определенной скоростью (до 40 км/ч при **параллельной парковке** и до 20 км/ч при **поперечной парковке**) датчики фиксируют расстояние между ними, а в системе Park Assist Vision – и их положение относительно транспортного средства (параллельно или перпендикулярно).

Если расстояние для парковки достаточное, система подает сигнал водителю – выводит на информационный дисплей автомобиля соответствующую информацию. В системе Park Assist за достаточное для парковки расстояние принимается расстояние, превышающее длину автомобиля на 0,8 м, в системе Advanced Park Assist – на 1 м.

Парковка транспортного средства может осуществляться двумя способами – непосредственно водителем с помощью предлагаемых системой инструкций или автоматически без участия водителя.

Визуальные и тестовые инструкции водителю выводятся на информационный дисплей. Они касаются рекомендаций по повороту рулевого колеса на определенный угол и направлению движения. Такой способ автоматизированной парковки используется в системе Advanced Park Assist.

Автоматическая парковка производится путем упорядоченного воздействия на **исполнительные механизмы** систем автомобиля:

- электродвигатель электрического усилителя рулевого управления;
- насос обратной подачи и клапаны тормозных механизмов системы курсовой устойчивости;
- электродвигатель дроссельной заслонки системы управления двигателем;
- электромагнитные клапаны автоматической коробки передач.

С целью безопасности движения работу системы всегда можно перевести из автоматического режима в ручной режим. В последних конструкциях системы автоматическая парковка может производиться при нахождении водителя как в автомобиле, так и за его пределами – с ключа.

**Круиз-системы** позволяют **оптимизировать** в автоматическом режиме скорость движения автомобиля по разным критериям (минимизация эксплуатационных затрат, минимизация времени движения к пункту назначения, комбинированные критерии типа стоимость – эффективность). Объектом управления в этих системах является **педаль акселератора** или непосредственно **дроссельная заслонка** или **топливные форсунки**. Для осуществления определенного алгоритма управления скоростью движения автомобиля система должна воспринимать информационные сигналы от датчиков: **частоты вращения коленчатого вала; фазы и продолжительности впрыскивания топлива; положение селектора коробки передач; положение дроссельной заслонки; скорости движения автомобиля. Различают системы адаптивного и неадаптивного круиз-контроля [5].**

Устройство неадаптивного круиз-контроля состоит из:

- панели управления;

- исполнительного механизма, управляющего положением дроссельной заслонки (электродвигатель или вакуумный регулятор);
- электронного блока управления.

**Система неадаптивного круиз-контроля** начинает работать, когда скорость автомобиля превышает установленной скорости движения и нажата кнопка ON на панели управления. Когда автомобиль достигает желаемой скорости, водитель нажимает кнопку SET, значение скорости записывается в память ЭБУ. Далее управление скоростью автомобиля происходит без участия педали акселератора, по средствам актуатора регулировки положения дроссельной заслонки. Водитель может изменить скорость движения, нажав кнопку SET и удерживая ее, до получения желаемого результата. Компьютер запомнит скорость на момент отпускания кнопки. При обгоне водитель может нажимать педаль акселератора обычным образом, после отпускания педали восстановится скорость, поддерживаемая **системой**. При нажатии на тормозную педаль контроллер отключает стабилизацию скорости автомобиля. Для восстановления прежнего режима работы круиз-контроля следует нажать кнопку Resume (RES).

Для регулирования скорости в этой **следающей системе** обычно применяется **пропорционально-интегральный алгоритм (ПИ-регулятор)**, позволяющий поддерживать с помощью исполнительных механизмов заданную скорость движения автомобиля без рывков и колебаний.

**Системы адаптивного круиз-контроля ACC** (Adaptive Cruise Control) **телеметрическим методом** определяют дистанцию до впереди идущего автомобиля и относительную скорость сближения автомобилей. При этом, система корректирует скорость ведомого автомобиля без вмешательства водителя с помощью средств автоматики (дроссельной заслонки).

Система ACC, как правило, расширяет перечень функций, других систем электронного управления динамикой автомобиля. Оригинальным является только **датчик для определения дистанции и относительной скорости соседних автомобилей** в движущемся потоке. Обычно используются лазерная оптика или миллиметровые радиоволны. Команды от ACC поступают на ЭБУ **двигателя и тормозных систем ABS и VDC** (Vehicle Dynamic Control).

**Алгоритм управления ACC** заключается в следующем. Если впереди идущий автомобиль следует со скоростью, меньшей, чем та, что задана системе круиз-контроля, ACC автоматически уменьшает скорость своего автомобиля, выдерживая безопасную для данной скорости дистанцию. Переключение между функциями стабилизации и слежения за «целью» производится автоматически. На крутом повороте преследуемый автомобиль может не обнаруживаться радаром ACC, следовательно, сигнал на восстановление прежней скорости должен во время поворота задерживаться. Система ACC ограничивает на поворотах текущую скорость для комфорта и безопасности до уровней поперечного ускорения  $2 \text{ м/сек}^2$  при высокой скорости и  $3 \text{ м/сек}^2$  при низкой. **Факт поворота определяется соответствующим датчиком по разным скоростям колес, положению руля, скорости вращения автомобиля вокруг вертикальной оси**. Система

АСС оптически или акустически информирует водителя о необходимости обгона. Может также выдаваться сигнал об опасности столкновения.

Современные системы АСС не распознают стационарные объекты. Объекты со скоростью движения менее 20 км/час или менее 20% скорости автомобиля с АСС для программного обеспечения АСС не видимы. Функция «остановиться перед неподвижным объектом» АСС не поддерживается из-за несовершенства датчиков и системы управления.

Функциональные возможности АСС ограничиваются также вертикальными и горизонтальными **изгибами дороги** и тяжелыми погодными условиями. Ухудшение работоспособности датчиков АСС, при этом, сопровождается информированием водителя. Органы управления системы **АСС обеспечивают:**

- включение и выключение системы АСС;
- индикацию статуса АСС;
- задание и индикацию устанавливаемой скорости;
- статус функции обнаружения цели (цели нет, цель обнаружена);
- отключение АСС при торможении водителем;
- отключение функций АСС при нажатии на педаль акселератора.

Расстояние измеряется системой в диапазоне 2...150 метров с погрешностью 1 метр или 5%. Относительная скорость должна определяться с погрешностью 0,25...0,5 м/сек (3...5%).

Датчик должен различать **несколько целей**, как на своей полосе, так и на соседних. Датчик определяет расстояние до объектов по времени, за которое сигнал доходит до цели и возвращается в виде отражения. Для 150 метров время измерения составляет около 1 мкс.

**Система контроля дистанции спереди Front Assist** предупреждает водителя об опасности столкновения, а в случае неминуемой аварии самостоятельно задействует тормоза для минимизации последствий столкновения. В состав системы контроля дистанции спереди Front Assist входит радарный датчик, устанавливаемый в решетке радиатора. С его помощью система постоянно контролирует расстояние до транспорта, идущего впереди. Если дистанция слишком сокращается или возникает вероятность столкновения, а водитель никак на это не реагирует, система автоматически вмешивается в процесс управления в соответствии с одним из четырех уровней:

- визуальное предупреждение о нарушении безопасной дистанции,
- акустический и визуальный предупреждающий сигналы,
- автоматическая вибрация педали тормоза,
- автоматическое торможение с целью избежать столкновения или уменьшить тяжесть ДТП.

**Система предотвращения столкновения BG (Braking Guard)** реализуется в автомобиле с системой адаптивного **круиз-контроля**. Система предотвращает опасность столкновения с помощью **визуальных и звуковых сигналов**, а в критической ситуации – путем нагнетания давления в тормозной системе (**автоматического включения насоса обратной подачи**).