

Дисциплина «ЭСКТС»  
Часть 3 «Мехатронные системы ходовой части автомобиля»  
Тема 16 «Построение систем помощи водителю и безопасности движения»  
**Лекция № 46 (2 часа)**

Вопросы:

**1 Назначение и классификация.**

**2. Опции ассистентов движения.**

### **1 Назначение и классификация**

В общем смысле системы помощи водителю (СПВ) это системы, которые помогают водителю управлять автомобилем, снижая его утомляемость, и способствуют безопасности движения в транспортных режимах (старт, разгон/замедление, маневрирования, торможения, паркования). Системы этой группы воздействуют на органы управления автомобилем и содействуют органам восприятия водителя.

Учитывая большое разнообразие дополнительных систем обеспечения безопасности и поддержки работы водителя сложно предложить одну последовательную и логичную систему их классификации. Одни системы жёстко связаны между собой в «иерархии» управления, другие представляют разные ступени развития одной системы, а третьи базируются на узлах и компонентах или программном обеспечении друг друга или являются расширениями имеющихся в других системах функций.

Системы помощи можно **классифицировать** по целому ряду признаков:

- характеру транспортного режима (старт, разгон/замедление, маневрирования, торможения, паркования);
- объекту или органу управления (рулем, акселератором, тормозом, коробкой передач, приводом);
- степени участия (пассивные, активные, адаптивные) и автоматизации (полуавтоматические, автоматические);
- методу измерения (бесконтактные, телеметрические, физиометрические);
- способу реализации (мехатронные, телематические, физиотехнические);
- архитектуре построения (функциональные, комплексные, комбинированные);
- уровню помощи (преобразователи усилия, опционные системы, информаторы, ассистенты, автопилоты);
- назначению (рулевой коррекции, торможения, курсовой устойчивости, управления динамикой, круиз-контроля, парковки, безопасности, навигации и мониторинга дорожной ситуации).
- типу и производителю (аббревиатура системы, фирма разработчик).

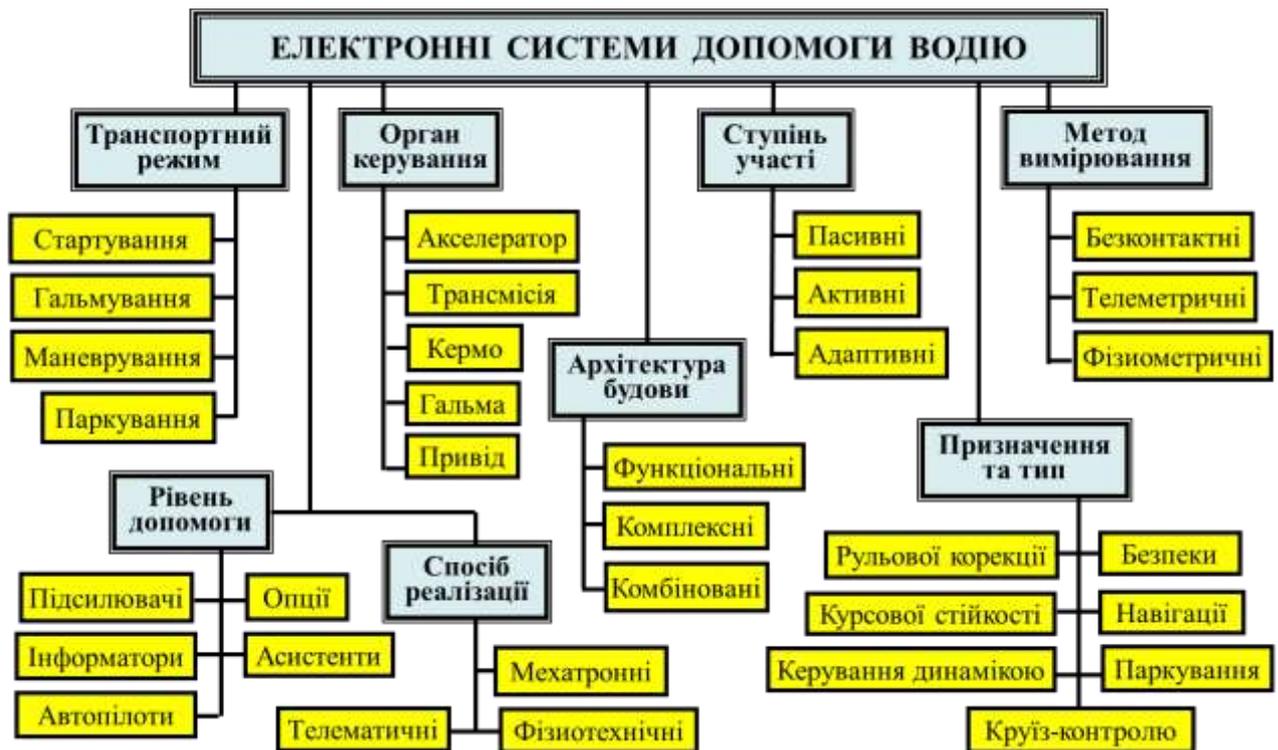


Рисунок 1 – Классификационная структура систем помощи водителю

Согласно такой классификации можно отнести все электронные системы автомобиля, функционирующие в полуавтоматическом режиме, где в контур управления включены управляющие действия водителя. Кроме того, некоторые активные СПВ (автопилоты) предполагают и автоматический режим функционирования.

Классификацию вспомогательных систем управления динамикой движения автомобиля удобнее регламентировать по **режиму движения**, в котором они активны: начало движения, движение, торможение. В начале движения задействуются системы:

- электронная блокировка дифференциала EDS (Elektronische Differenzial Sperre);
- противобуксовочная ASR (Antriebs Schlupf Regelung);
- антиблокировочная функция, реализуемая через управление двигателем M-ABS (Motoreingriff Antiblockier System);
- ассистент трогания на подъёме ННС (Hill Hold Control);
- автоматического включения стояночного тормоза АНА (Auto-Hold);
- ассистент трогания с места DAA (Dynamische Anfahrasistent);
- ассистент трогания на подъёме HSA (Hill Start Assistent);

Во время движения подключаются системы:

- адаптивный круиз-контроль ACC (Adaptive Cruise Control);
- противобуксовочная ASR,
- поддержания курсовой устойчивости ESP (Elektronisches Stabilisierungs Programm);

- подсушивания тормозов RBS (Rain Brake Support);
  - предотвращения опрокидывания ROP (Roll-Over-Programm);
  - стабилизации автопоезда TSA (Trailer Stabilisation Assistent);
  - ассистент движения на спуске HDC (Hill Descent Control);
  - ассистент торможения двигателем MSR (Motor Schleppmoment Regelung);
  - ассистент рулевой коррекции DSR (Driver Steering Recommendation);
  - антиблокировочная функция, реализуемая через управление двигателем M-ABS;
- При торможении вступают в действие системы:
- антиблокировочная ABS,
  - электронного перераспределения тормозных усилий EBV (Elektronische Bremskraft Verteilung);
  - стабилизации торможения при повороте CBC (Corner Brake Control);
  - расширенная антиблокировочная расширенная ABS-plus;
  - система воздействия на разворачивающий момент GMB (Giermo Ment Beeinflussung);
  - система замедления задних колёс HVV (Hinterachs Voll Verzögerung);
  - гидравлический усилитель тормозов HBV (Hydraulische Bremskraft Verstärkung);
  - гидравлический тормозной ассистент HBA (Hydraulischer Brems Assistent);
  - поддержания курсовой устойчивости ESP;
  - сканирования пространства перед автомобилем FSA (Front Scan Assist);
  - компенсация падения эффективности тормозов при нагреве FBS (Fading Brake Support).

С позиций организации связей на борту автомобиля, эти же системы можно классифицировать по признаку **архитектуры** построения. В одну группу войдут дополнительные системы, управляющие только работой тормозов (функциональная и комплексная структуры), а в другую – дополнительные системы, которые используют и управление двигателем и/или коробкой передач (комбинированная структура), рисунок 2.

Все системы контроля сцепления с дорогой построены на базе антиблокировочной системы ABS, которая является системой торможения с управлением только тормозами. Системы EBV, EDS, CBC, ABSplus и GMB являются расширениями системы ABS, либо на уровне ПО, либо с добавлением дополнительных компонентов. Система ASR представляет собой дальнейшее развитие системы ABS, помимо активного управления тормозами она позволяет также управлять работой двигателя. К системам торможения, которые работают только за счёт управления двигателем, относятся M-ABS и MSR.

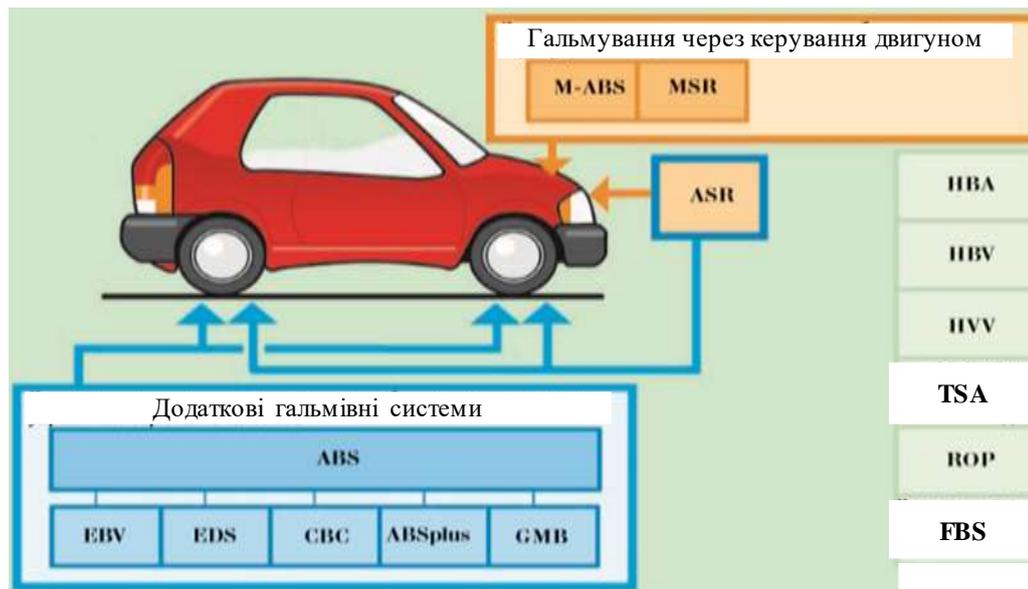


Рис. 2. Структура комбинированных систем помощи водителю

Если в автомобиле установлена система поддержания курсовой устойчивости ESP, то работа всех систем контроля сцепления с дорогой подчиняется ей. При выключении функции ESP системы контроля сцепления с дорогой продолжают свою работу самостоятельно.

Система поддержания курсовой устойчивости ESP самостоятельно вносит коррективы в динамику автомобиля, когда электроника фиксирует отклонение фактического движения автомобиля от желаемого водителем. Другими словами, электронная система ESP решает, когда, в зависимости от конкретных условий движения, надо задействовать или наоборот отключить ту или иную систему контроля сцепления колёс с дорогой. Таким образом, система ESP выполняет, по отношению к другим системам функцию координирующего и управляющего центра.

К перечню упомянутых, следует добавить системы и функции аналогичного назначения по признаку типа и производителя:

- предотвращения опрокидывания ARP (Active Rollover Protection);
- адаптивного круиз-контроля ADR (Automatische Distanz Regelung);
- сокращения остановочного пути AWW (Anhalte weg verkürzung);
- электромеханического стояночного тормоза EPB (Elektrische Park Bremse) и EFB (Elektromechanische Feststell Bremse);
- расширенная антиблокировочная EABS (Erweitertes Anti Blockier System);
- стабилизации торможения при повороте ESBS (Erweitertes Stabilitäts BremsSystem);
- компенсации падения эффективности тормозов при нагреве OB (Over Boost);
- воздействия на разворачивающий момент GMA (Giermo Ment Aufbauverzögerung);

- ассистент движения на спуске BFA (Bergab Fahr Assistent);
- ассистент трогания на подъёме BFA (Bergan Fahr Assistent);
- подсушивания тормозов BSW (Brems Scheiben Trocknung);
- предварительной подготовки к торможению RAB (Ready Alert Brake) и Prefill;
- функция стабилизации автопоезда GSR (Gespann Stabilisie Rung).

В большинстве СВП используются бесконтактные методы измерения на базе датчиков неэлектрических величин. В дистанционных системах применяются методы телеметрии. В системах безопасности можно выделить устройства и системы бдительности, которые, с одной стороны, способны оценить (датчики) физиологическое состояние водителя (физиометрия), с другой – воздействовать на физиологическое состояние водителя (физиотехнические системы).

**Телематические системы** объединяют средства телеметрии и автоматики. Признаком таких систем на автомобилях есть наличие радаров, видеокамер, мониторов и телекоммуникаций, обеспечивающих периферийный обзор вокруг автомобиля, рисунок 3.

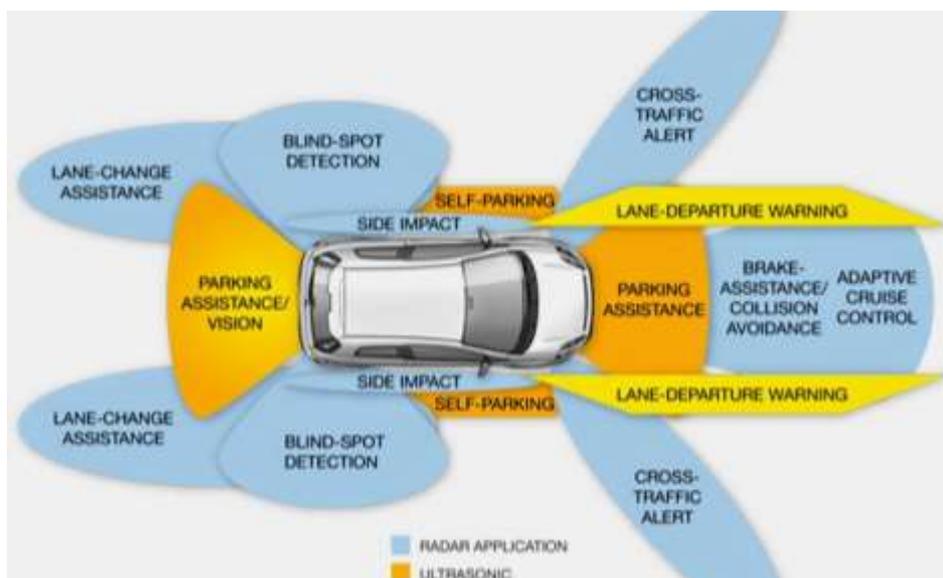


Рис. 3. Области обзора телематических систем автомобиля

На рисунке 4 обозначены области контроля систем, использующих лазерную (Radar Application) и ультразвуковую (Ultrasonic) телеметрию в целях **безопасности и комфорта** вождения:

- помощи при смене полосы LCA (Lane Change Assistance);
- ассистент парковки PA (Parking Assistance);
- ассистент торможения BA (Brake Assistance);
- обнаружения опасности в слепых зонах BSD (Blind Spot Detection);
- адаптивного круиз-контроля ACC (Adaptive Cruise Control);
- избегания столкновения CA (Collision Avoidance).
- оповещения о перекрестном движении CTA (Cross Traffic Alert);

- обнаружения бокового препятствия SI (Side Impact);
- самостоятельной парковки SP (Self-Parking);
- парковочного обзора PV (Parking Vision);
- предупреждения о непроизвольной смене полосы движения LDW (Lane Departure Warning);

К перечню перечисленных телематических систем, следует добавить системы аналогичного назначения:

- обнаружения пешеходов PVD (Pedestrian Vehicle Detection);
- помощи движению по полосе LKA (Lane Keeping Assistance);
- предупреждения о лобовом столкновении FCW (Forward Collision Warning);
- распознавания дорожных знаков TSLR (Traffic Sign & Light Recognition);
- предупреждения засыпания водителя DDW (Drowsy Driving Warning);
- проекции на лобовое стекло HUD (Head-Up Display);
- кругового обзора SVM (Surround View Monitor).
- видеосистема помощи водителю KAFAS (Kamerobazierende Fahrecas Assistance Systems).

Современные системы помощи водителю, призванные повысить безопасность управления автомобилем, объединены понятием комплекса ADAS (Advanced Driver Assistance Systems).

Способ реализации управляющих воздействий СВП отличается по объекту управления. В мехатронных и телематических системах объектом управления выступает механический агрегат, в биотехнических – человеческий организм. В качестве управляющих воздействий в биотехнических системах рассматриваются возбудители органов чувств и восприятия водителя.

**Уровень помощи** СПВ определяется степенью их автоматизации и способом реализации. Преобразователи усилия (усилители руля, педали, кулисы) функционируют в полуавтоматическом режиме. Опционные системы представляют программные расширения основных функциональных систем или не штатные аппаратные комплектации. Информаторы – пассивные СВП, которые могут быть построены на базе традиционных средств измерительной техники (датчики, указатели, сигнализаторы) или как телеметрические системы.

**Автопилоты** – это активные телематические СПВ, в которых реализуется автоматический режим функционирования на различном уровне[1] (рис. 4).

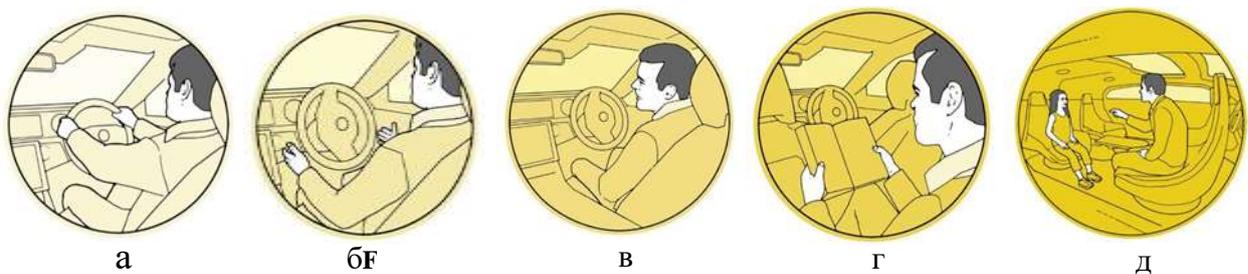


Рис. 4. Уровни системы автопилота с замещением функций водителя:

а – «без ног»; б – «без рук»; в – «без глаз»; г – «без внимания»; д – «без водителя»

*Автопилот первого уровня «без ног»* (конец 90-х годов, Mercedes-Benz, Honda) установлен на автомобилях, имеющих систему адаптивного круиз-контроля с функциями предупреждения выезда из полосы или помощи при парковке. Автоматика не только уведомляет водителя, а и вмешивается в управление, оказывая помощь. Данные системы оказывают помощь, но не избавляют водителя от необходимости управления.

*Автопилот второго уровня «без рук»* (2017 год, Tesla Model S, Mercedes E-Class, BMW X3) в настоящее время самые применяемые в серийных автомобилях технологии ведущих производителей (автопилот Tesla, Volvo Pilot Assist, Audi Traffic Jam Assist). Системы второго уровня контролируют поведение машины, совершая ускорение, торможение и рулевое управление. Следует отметить, что хотя данный уровень автономности и называется «без рук», это не значит, что водитель может лечь спать. Человек должен быть готов вмешаться в управление в любой момент, ибо автоматическая система не всегда правильно реагирует на дорожную ситуацию.

*Автопилот третьего уровня «без глаз»* (перспектива на 2019-2020 год, Audi A8). Системы третьего уровня в определенных ситуациях берут на себя полную ответственность за управление машиной. По сути, это уже применение не только радаров, камер и датчиков, но и искусственного интеллекта. Однако, периодический контроль человека все равно обязателен.

*Автопилот четвертого уровня «без внимания»* (концепты) предусматривает самостоятельное пилотирование машины на протяженных однородных участках дороги (трассе). В более сложных ситуациях (город, пробка) управление должно переходить к человеку.

*Автопилот пятого уровня «без водителя»* (проекты) теоретически предполагают отсутствие органов управления и участия человека в управлении машиной. Пока, проекты таких машин разрабатываются для ограниченной области применения (маршрутные такси, кемперы, авто-челноки). Подспорьем для построения полностью пилотируемых автомобилей являются телематические системы навигации и мониторинга дорожной ситуации.

Приведем (продемонстрируем), **в качестве примера**, классификационный анализ систем бдительности (класс безопасности).

*Система BA Plus* (класс тип системы) контролирует расстояние до впереди идущего автомобиля с помощью радаров (класс телеметрическая) системы DISTRONIC (класс круиз-контроля). Если расстояние мало и существует опасность столкновения производится визуальное и звуковое предупреждение водителя (класс пассивная физиотехническая). Если водитель тормозит недостаточно (класс торможения) эффективно система дотормаживает за него (класс полуавтоматическая).

*Система предотвращения столкновения BG (Braking Guard)* может быть реализована в автомобиле, оснащенный адаптивным (класс активная) круиз-

контролем. Система предотвращает опасность столкновения с помощью визуальных и звуковых сигналов (класс пассивная физиотехническая), а в критической ситуации – путем нагнетания давления (полуавтоматическая мехатронная) в гидроусилителе (класс преобразователь усилия) тормозной системы (класс торможения).

*Система предупреждения сна за рулем* (класс бдительности) строит свою работу на различении стилей вождения дремлющего и бодрствующего водителя (класс физиометрическая). Бодрствующий водитель постоянно корректирует движение автомобиля небольшими поворотами руля. У дремлющего водителя стиль езды иной: отсутствие активности несколько секунд, затем внезапный резкий поворот вправо или влево. Бортовой компьютер постоянно контролирует действия водителя и если стиль вождения начинает совпадать со стилем дремлющего человека, издается предупреждающий сигнал и производится вибрация сидения (класс пассивная физиотехническая).

В рамках данной темы ограничимся рассмотрением СПВ, которые выполняют функции безопасности движения вспомогательного характера, которые снижают напряжения и утомляемость водителя во время управления автомобилем.

## 2. Опции ассистентов движения

В конструкции системы курсовой устойчивости ESP могут быть реализованы следующие дополнительные функции (подсистемы):

- гидравлический усилитель тормозов, предотвращения опрокидывания ROP;
- предотвращения столкновения, стабилизации автопоезда TSA;
- повышения эффективности тормозов при нагреве, удаление влаги с тормозных дисков и др.

Все перечисленные системы, в основном, не имеют своих конструктивных элементов, а является программным расширением системы ESP (рассмотрены в предыдущих темах).

Функции или системы поддержки водителя предназначены для помощи водителю при выполнении определенных маневров или в определенных ситуациях. Таким образом, они повышают удобство управления автомобилем и его безопасность. Такие системы обычно не вмешиваются в управление в критических ситуациях, а включены всегда и могут при желании быть отключены.

*Ассистент движения на спуске HDC* (Hill Descent Control) помогает водителю при движении по горным дорогам. Когда автомобиль находится на наклонной плоскости, действующая на него сила тяжести раскладывается по правилу параллелограмма, на нормальную и параллельную составляющие. Последняя представляет собой действующую на автомобиль скатывающуюся силу. Если на автомобиль действует собственная сила тяги, то она добавляется к скатывающейся силе. Скатывающаяся сила действует на автомобиль постоянно, незави-

симо от скорости автомобиля. В результате автомобиль, скатывается по наклонной плоскости, будет все время ускоряться (двигаться тем быстрее, чем дольше он скатывается). Ассистент движения на спуске задействуется при выполнении следующих условий:

- скорость автомобиля меньше 20 км/ч;
- уклон превышает 20 градусов;
- двигатель работает;
- педали газа и тормоза не нажаты.

Если эти условия выполнены и получаемые ассистентом движения на спуске данные о положении педали акселератора, оборотах двигателя и скорости вращения колес свидетельствуют о увеличении скорости автомобиля, ассистент исходит из того, что автомобиль скатывается на спуске и необходимо задействовать тормоза. Система начинает работать со скорости, слегка превышающей скорость пешехода.

Скорость автомобиля, которую тормозной ассистент должен (с помощью подтормаживания всех колес) поддерживать, зависит от скорости, с которой было начато движение на спуске, и включенной передачи. В этом случае ассистент движения на спуске включает насос обратной подачи. Клапаны высокого давления и впускные клапаны ABS открываются, а выпускные клапаны ABS и переключающие клапаны закрываются. В тормозных цилиндрах колес создается тормозное давление, и автомобиль замедляется. Когда скорость автомобиля снизится до того значения, которое необходимо содержать, ассистент движения на спуске прекращает подтормаживание колес и снова снижает давление в тормозной системе. Если после этого скорость начинает увеличиваться (при том, что педаль акселератора остается нажатым), ассистент исходит из того, что автомобиль ранее движется по спуску. Таким образом, скорость автомобиля постоянно удерживается в безопасном диапазоне, который легко может управляться и контролироваться водителем.

Когда автомобиль останавливается на подъеме, т.е. на наклонной плоскости, действующая на него сила тяжести раскладывается (согласно правилу параллелограмма) на нормальную и параллельную составляющие. Последняя, представляет собой скатывающую силу, т.е. силу, под влиянием которой автомобиль начнет скатываться назад, если отпустить тормоз. При трогании автомобиля после остановки на подъеме его тяговое усилие сначала должен уравновесить скатывающую силу. Если водитель нажмет педаль акселератора слишком слабо или отпустит педаль тормоза (или стояночный тормоз) слишком рано, сила тяги окажется меньше скатывающей силы и автомобиль, прежде чем тронуться, начнет скатываться назад.

**Ассистент трогания на подъеме ННС (Hill Hold Control)** предназначен для того, чтобы помочь водителю справиться с этой ситуацией. Ассистент трогания на подъеме базируется на системе ESP. Блок датчиков ESP G419 дополняется датчиком продольного ускорения, распознает положение автомобиля. Ассистент трогания на подъеме включается при следующих условиях:

- автомобиль неподвижен;
- величина подъема превышает 5 градусов;
- дверь водителя закрыть;
- двигатель работает;
- включен ножной стояночный тормоз.

При этом ассистент трогания на подъеме работает всегда в направлении трогания вверх (на подъем). В том числе функция НСС - трогание на подъеме задним ходом, направление трогания распознается по включению передачи заднего хода. Ассистент трогания на подъеме облегчает трогание на подъеме, позволяя выполнить его, не прибегая к помощи стояночного тормоза. Для этого ассистент при трогании замедляет уменьшение тормозного давления с гидр. системе. Тем самым предотвращается скатывания автомобиля назад, пока сила тяги еще недостаточна для компенсации силы скатывания. Работу ассистента трогания на подъеме можно разделить на 4 фазы (рис. 5).

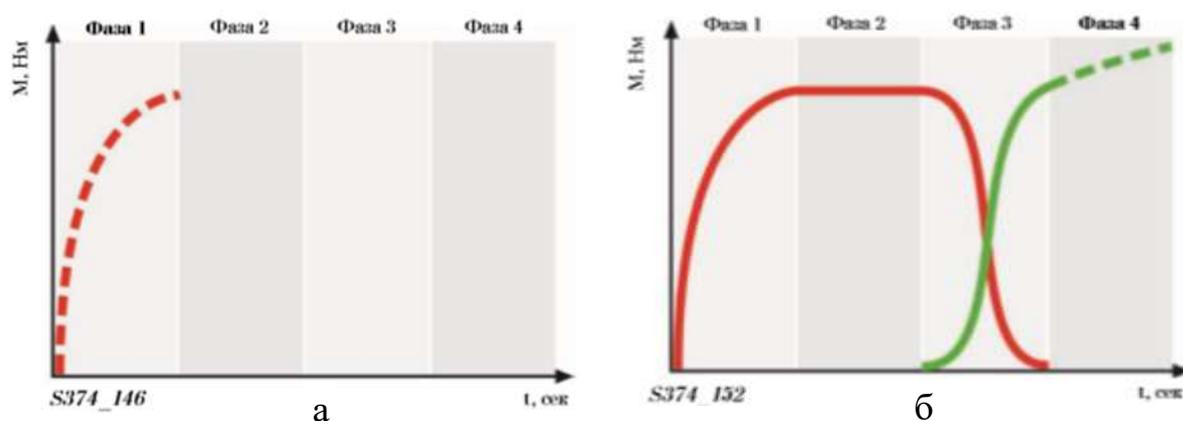


Рисунок 5 – Диаграммы тормозного давления  
а – первая фаза; б – четвертая фаза

*На первой фазе* создается тормозное давление. Водитель останавливает или удерживает автомобиль нажатием педали тормоза. При этом, тормозной момент удерживает автомобиль от скатывания. Процесс нажатия на педаль тормоза объясняется на рисунке 6.

Переключающий клапан открыт, клапан высокого давления закрыт. Впускной клапан открыт, в тормозном цилиндре создается необходимое давление. Выпускной клапан закрыт.

*На второй фазе* тормозное давление поддерживается, автомобиль неподвижен. Водитель снимает ногу с педали тормоза, чтобы перенести ее на педаль акселератора. Ассистент трогания на подъеме в течение 2 секунд сохраняет тормозное давление на том же уровне, чтобы предотвратить скатывание автомобиля назад. Педаль тормоза больше не нажата. Клапан переключения закрывается. В контурах колес содержится тормозное давление. Таким образом предотвращает преждевременное снижение давления.

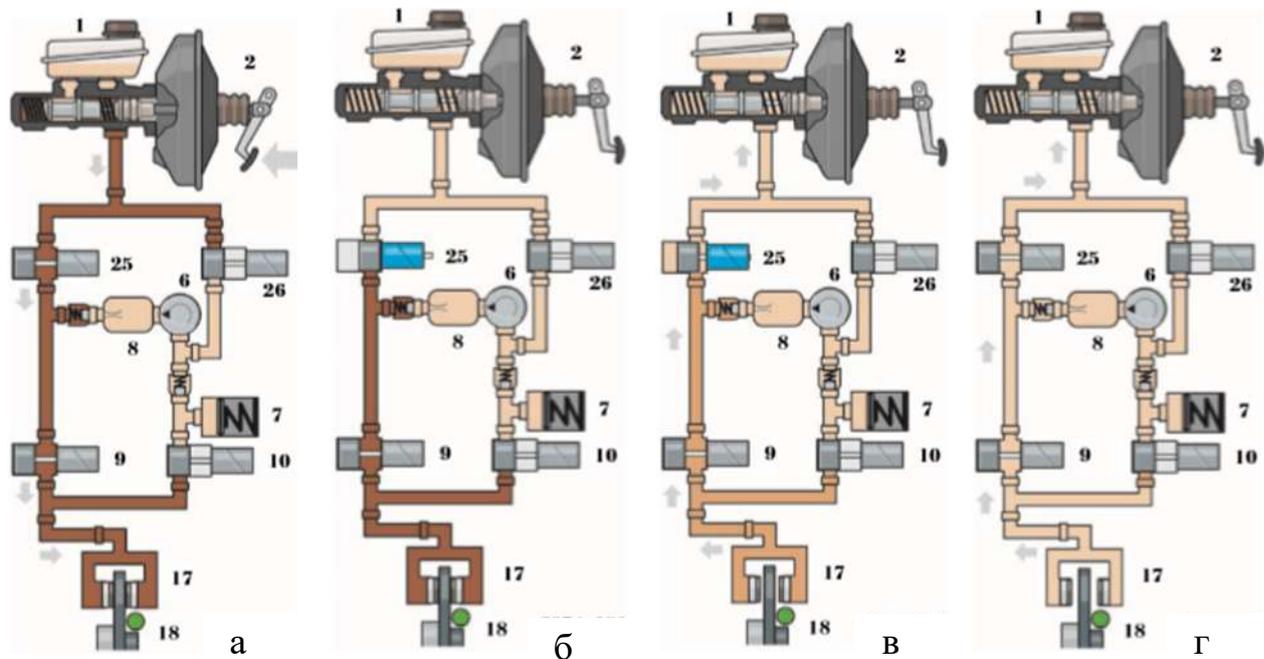


Рисунок 6 – Функционирование системы ННС:  
а – первая; б – вторая; в – третья; г – четвертая

На третьей фазе происходит дозированное уменьшение тормозного давления, автомобиль все еще неподвижен. Водитель нажимает педаль акселератора. По мере того как водитель увеличивает передаваемый к колесам крутящий момент (момент тяги), ассистент трогания уменьшает тормозной момент так, что автомобиль не скатывается назад, но и не оказывается заторможенным при дальнейшем трогании. Впускной клапан открыт, переключающий клапан дозированно открывается и обеспечивает постепенное снижение тормозного давления.

На четвертой фазе тормозное давление сбрасывается. Момент тяги достаточный для трогания и дальнейшего ускорения автомобиля. Ассистент трогания на подъеме уменьшает тормозное давление до нуля. Автомобиль трогается. Клапан переключения полностью открыт. Давление в тормозных контурах отсутствует [3].

**Динамический ассистент трогания DAA** (Dynamischer Anfahr Assistent) предназначен для автомобилей с электромеханическим стояночным тормозом (ЭМСТ). Динамический ассистент DAA упрощает трогание при включенном ЭМСТ и трогание на подъеме.

Необходимые требования для реализации этого ассистента: наличие системы ESP и ЭМСТ. Сама по себе функция этого ассистента является программным расширением для блока управления электромеханическим тормозом. Когда водитель хочет привести в движение автомобиль, стоящий на ЭМСТ, ему не обязательно выключать ЭМСТ стоянки клавишей.

Динамический ассистент трогания автоматически исключит ЭМСТ, если выполнены следующие условия:

- дверь водителя должна быть закрыта;
- ремень безопасности водителя должен быть пристегнут;
- работающим двигателем;
- идентифицируется начало трогания.

При остановке автомобиля, например на светофоре, включение стояночного тормоза отменяет необходимость постоянно держать педаль тормоза нажатой. После нажатия педали акселератора стояночный тормоз автоматически выключается, и автомобиль может начинать движение. Трогания при включенном стояночном тормозе.

У водителя отпадает необходимость при трогании на подъеме отпускать стояночный тормоз, что ему приходится делать в точной координации с работой педалями сцепления и акселератора и наблюдая при этом за дорожной обстановкой. Надежно предотвращается нежелательное скатывание автомобиля назад, т.к. ЭМСТ автоматически выключается только тогда, когда тяговый момент автомобиля превышает рассчитанную блоком управления силу скатывания.

Система функционирует следующим образом. Автомобиль неподвижен, ЭМСТ включен. Водитель решает трогаться, включая 1-ю передачу, и нажимает педаль акселератора. Динамический ассистент трогания проверяет все существенные для определения момента исключения ЭМСТ данные:

- угол наклона (датчик продольного ускорения)
- крутящий момент двигателя (датчик дроссельной заслонки и скорости вращения);
- положение педали акселератора;
- положение педали сцепления (или рычага включенной передачи);
- желаемое направление движения (положение рычага включенной передачи или выключателя фонарей заднего хода).

На основании этих данных блок управления ЭМСТ вычисляет действующую на автомобиль скатывающую силу и оптимальный момент выключения ЭМСТ, так чтобы автомобиль мог тронуться без скатывания назад. Автомобиль трогается без скатывания назад. Динамический ассистент трогания выполняет свои функции, не используя при этом гидравлические тормозные механизмы, он всего лишь использует информацию, предоставляемую датчиками системы ESP [3].

**Функция Auto Hold** (система АНА повтор Т.2.6) предназначена для работы в автомобилях, в которых вместо механического тормоза установлен ЭМСТ. Auto Hold обеспечивает автоматическое удержание на месте остановленного автомобиля независимо от того, как он прекратил движение, и помогает водителю выполнить дальнейшее трогания (вперед или назад). Функция Auto Hold также является программным **расширением системы ESP** и требует для своей реализации наличия системы ESP и электромеханического стояночного тормоза. Система АНА объединяет три функции поддержки водителя:

1. *Ассистент движения Stop-and-Go* (движение в пробке). Когда автомобиль, после медленного выката, останавливается сам, ассистент Stop-and-Go автоматически задействует тормоза для удержания его в этом положении. Это особенно облегчает водителю управление при движении в пробке поскольку ему не приходится нажимать педаль тормоза только для удержания остановленного автомобиля на месте.

2. *Ассистент трогания*. Автоматизация процесса остановки и трогания облегчает водителю управление при трогании на подъеме. При трогании ассистент в нужный момент отпускает тормоза. Нежелательного скатывания назад не происходит.

3. *Автоматическая парковка*. Когда у остановленного автомобиля с включенной функцией Auto Hold открывается дверь водителя или расстегивается замок ремня безопасности водителя или выключается зажигание, функция Auto Hold автоматически включает стояночный тормоз.

На основании **сигналов скорости колес и выключателя стоп-сигнала** Auto Hold распознает, что автомобиль неподвижен и педаль тормоза нажата. Созданное ею тормозное давление «замораживается» закрыванием клапанов гидравлического блока, водитель не должен больше удерживать педаль нажатой. То есть при включенной функции Auto Hold автомобиль сначала удерживается в неподвижном состоянии с помощью гидравлических тормозных механизмов четырех колес. Если водитель не нажимает педаль тормоза и автомобиль, после того как уже было распознано его неподвижное состояние, снова начнет движение, включается система ESP. Она самостоятельно (активно) создает тормозное давление в контурах колес, так чтобы автомобиль прекратил движение. Необходимое для этого значение давления, рассчитывается и устанавливается в зависимости от угла наклона дороги, блоком управления ABS/ESP. Для создания давления функция включает насос обратной подачи и открывает клапаны высокого давления и впускные клапаны ABS, выпускные и переключающие клапаны закрываются.

Когда водитель нажимает педаль акселератора для трогания, выпускные клапаны ABS открываются и насос обратной подачи перекачивает через открытые переключающие клапаны тормозную жидкость в направлении компенсационного бачка. При этом учитывается наклон автомобиля и дороги в ту или иную сторону, чтобы предотвратить скатывание автомобиля.

Через 3 минуты неподвижности автомобиля функция его торможения переходит от гидравлической системы ESP к ЭМСТ. При этом блок управления ABS сообщает блоку управления ЭМСТ рассчитанное им значение необходимого тормозного момента. Оба исполнительных электродвигателя стояночного тормоза (задних колес) активируются [3].

*Ассистент рулевой коррекции DSR* (Driver-Steering Recommendation), является программным расширением ESP, что обеспечивает безопасное управление автомобилем. Эта функция облегчает водителю стабилизацию автомобиля в критической ситуации (при торможении на дорожном покрытии с нерав-

номерным сцеплением или при резком поперечном маневре). Для реализации функции системы DSR используется электроусилитель рулевого управления (ЭУР).

На автомобиле без ассистента, характер и угол поворота рулевого колеса определяет только сам водитель. На автомобиле с ассистентом усилитель рулевого управления создает на рулевом колесе усилия, которые «подсказывают» водителю, когда, куда и на сколько, нужно его повернуть. При этом, ESP через ЭБУ усилителя рулевого управления, корректирует сигнал поданный на электромотор ЭУР. Корректирующий крутящий момент ЭРУ облегчает водителю вращение рулевого колеса в нужном направлении. Ассистент рулевой коррекции не задействует гидравлическую тормозную систему через ESP, а всего лишь использует необходимые данные с ее датчиков [3].

**Система «Start-stop»** – технология, **предназначенная** для автоматического отключения и перезапуска двигателя автомобиля с целью экономии топлива, снижения вредных выбросов и уровня шума за счёт сокращения времени работы двигателя на холостом ходу.

**Алгоритм работы** системы заключается в выключении двигателя при остановке автомобиля и его быстром запуске при нажатии на педаль сцепления (машины с механической КП) или отпуске педали тормоза (на авто с АКП) при постоянном контроле заряда АКБ. **Основу** системы составляет специальный стартер, рассчитанный на большое количество пусков двигателя и имеющий увеличенный срок эксплуатации. Стартер оборудован усиленным малошумным механизмом привода, гарантирующим быстрый, надёжный и бесшумный запуск двигателя.

При остановке автомобиля система управления, останавливает двигатель, на основании сигнала **частоты вращения коленчатого вала**. Если величина заряда **АКБ** опускается ниже заданной величины, система на основании сигнала соответствующего **датчика** выключается. Включение системы производится после заряда АКБ. Система может быть принудительно отключена с помощью специальной кнопки на панели приборов.

Система «Start-stop» может быть дополнена **функцией рекуперации** за счет применения **обратимой электрической машины**. Устройство оборудовано усиленным приводным ремнем **и натяжителем** особой конструкции (рис. 7).



Рис. 7. Компоновка системы «Start-stop» с обратимой электрической машиной

Переключаемое натяжное приспособление позволяет электрической машине работать в режиме генератора или стартера. Эта схема может быть также дополнена специальным **конденсатором**, который накапливает энергию при отпущенной педали газа путём её **рекуперации**. Плюсом конструкции является бесшумность работы и быстрота срабатывания (в 2 раза быстрее, чем при обычном стартере).

**Недостатки** системы «Start-stop»:

- неэффективность в затыжных пробках;
- снижение зарядного баланса АКБ и ее ресурса;
- повышенная стоимость адаптированных АКБ и стартера.

**Названия** системы у разных производителей:

- Auto Start Stop (BMW);
- ECO start/stop (Mercedes-Benz);
- i-STOP или i-ELOOP (Mazda);
- Intelligent Stop and GO system (KIA);
- Auto Start-Stop-Funktion (Porsche);
- Start-Stop System (Volkswagen);
- Start/Stop (Volvo);
- Idle Stop & Go (Hyundai);
- Stop & Start system (Citroën);
- Stop/Start system (Peugeot);
- Micro Hybrid System (Smart).