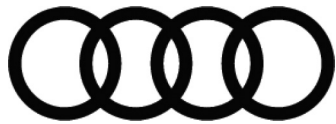


# Активная подвеска

Программа самообучения SSP 677



Только для внутреннего пользования

Audi Service Training

# Содержание

## Введение

Знакомство	3
Сравнение конструктивных схем подвесок	4

## Принцип действия

Устройство системы	9
--------------------	---

## Компоненты системы

Исполнительный механизм системы предотвращения колебаний кузова	12
Электродвигатель	14
Волновой редуктор	15
Блоки управления системы предотвращения колебаний кузова	16
Блок управления ходовой части J775	17

## Функции системы

Базовая функция	18
Дополнительная функция опережающего видения (PreView)	20
Дополнительная функция подъёма кузова при ДТП	22
Дополнительная функция комфортной посадки	24
Дополнительная функция наклона в повороте	25
Дополнительная функция продольной стабилизации	26

## Управление и техническое обслуживание

Управление и информация для водителя	27
Работа системы при возникновении неисправности	28
Объём работ по техническому обслуживанию	31

---

Программа самообучения содержит базовую информацию по устройству новых моделей автомобилей, конструкции и принципам действия новых систем и компонентов.

**Она не является руководством по ремонту! Указанные значения служат только для облегчения понимания и действительны для имевшихся на момент составления программы самообучения данных.**

**Программа самообучения не актуализируется.**

Для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту необходимо использовать соответствующую техническую документацию.

Термины, выделенные *курсивом* и отмеченные стрелкой *Л*, объясняются в словаре специальных терминов, приведённом в конце данной программы самообучения.

---



Указание



Дополнительная информация

# Введение

## Знакомство

Audi SQ7 стал первым Audi, оснащённым электромеханической системой стабилизации крена (eAWS), в которой жёсткость традиционных стабилизаторов изменяется с помощью электромеханических исполнительных механизмов в зависимости от дорожной ситуации и желания водителя. Благодаря этому стало возможным нагружать переменными вертикальными силами разные стороны оси, а также одну ось относительно другой.

В активной подвеске Audi A8 в настоящее время используется система, которая представляет собой логическое развитие электромеханической системы стабилизации крена.

Четыре исполнительных механизма, отдельно для каждого колеса, способны создавать не зависящие друг от друга по величине и направлению вертикальные силы между кузовом автомобиля и колёсами. Эта система предоставляет совершенно новые возможности влияния на такие характеристики автомобиля, как динамика и комфорт движения, удобство посадки в автомобиль, а также пассивная безопасность.



677\_001

## Сравнение конструктивных схем подвесок

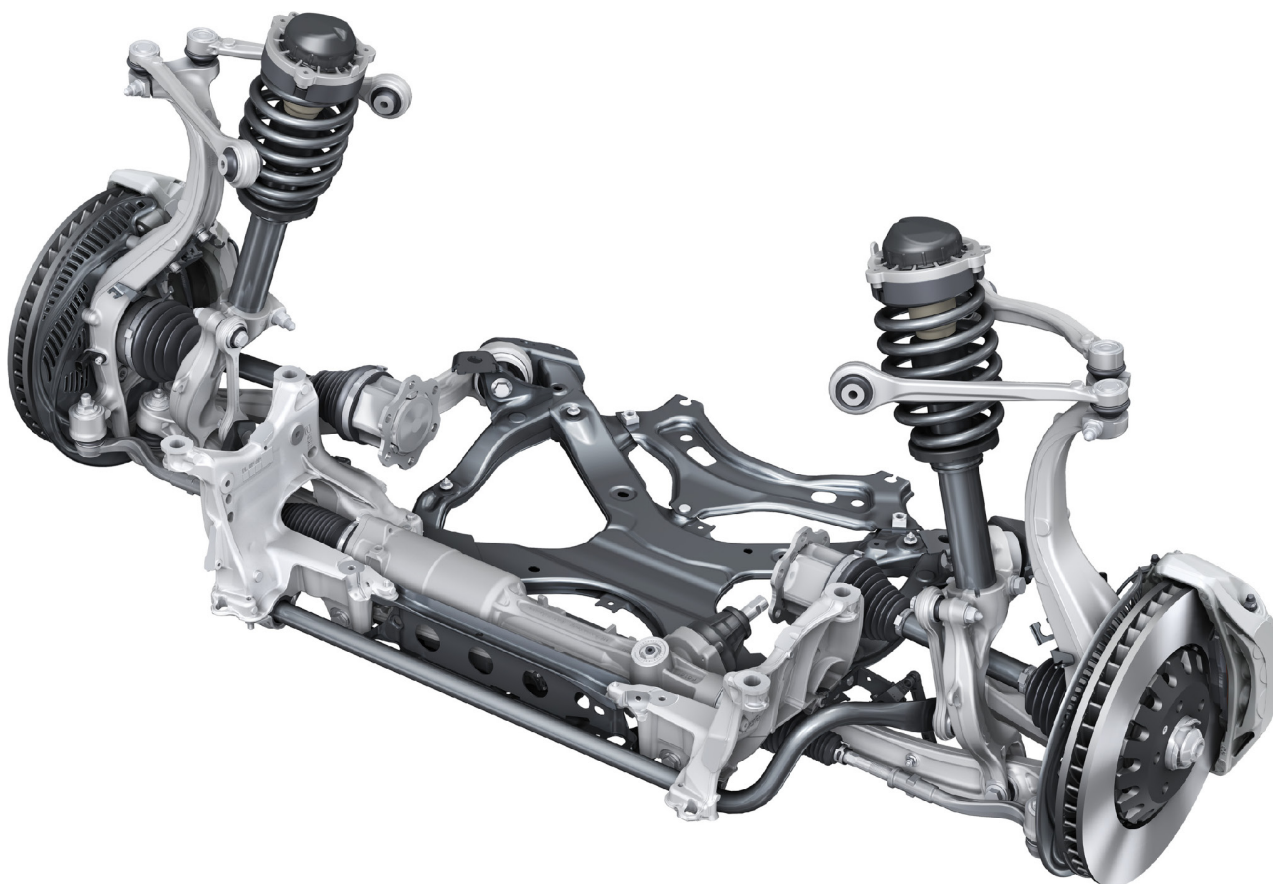
### Традиционная подвеска

Характеристики пружин, амортизаторов и стабилизаторов поперечной устойчивости в подвесках традиционной конструкции подобраны исходя из условий эксплуатации автомобиля. В движении эти неизменные характеристики — всегда компромисс. Сфера использования автомобиля ограничена.

Кроме того, при конструировании компонентов всегда существует конфликт факторов, определяющих управляемость и комфорт. Спортивно настроенная подвеска не может обеспечить такую же плавность хода, как подвеска с комфортными характеристиками.

И наоборот, автомобиль с комфортной подвеской не способен двигаться столь же динамично, как со спортивной. Точно так же соотношение неизменной жёсткости стабилизаторов передней и задней осей определяет характер управляемости автомобиля. В зависимости от конструкции стабилизаторов в предельных режимах автомобиль проявляет склонность к недостаточной, избыточной или же нейтральной поворачиваемости.

Правда, в конструкторской истории нашлось место и пружинам с прогрессивной характеристикой, и амортизаторам, характеристики демпфирования которых менялись в зависимости от хода сжатия. Но и в этом случае нет возможности реагировать на внешние условия или желания водителя целенаправленным изменением сил сжатия или демпфирования.



677\_002

*Передняя ось обычного автомобиля без регулирующей системы.*

## Регулируемая ходовая часть

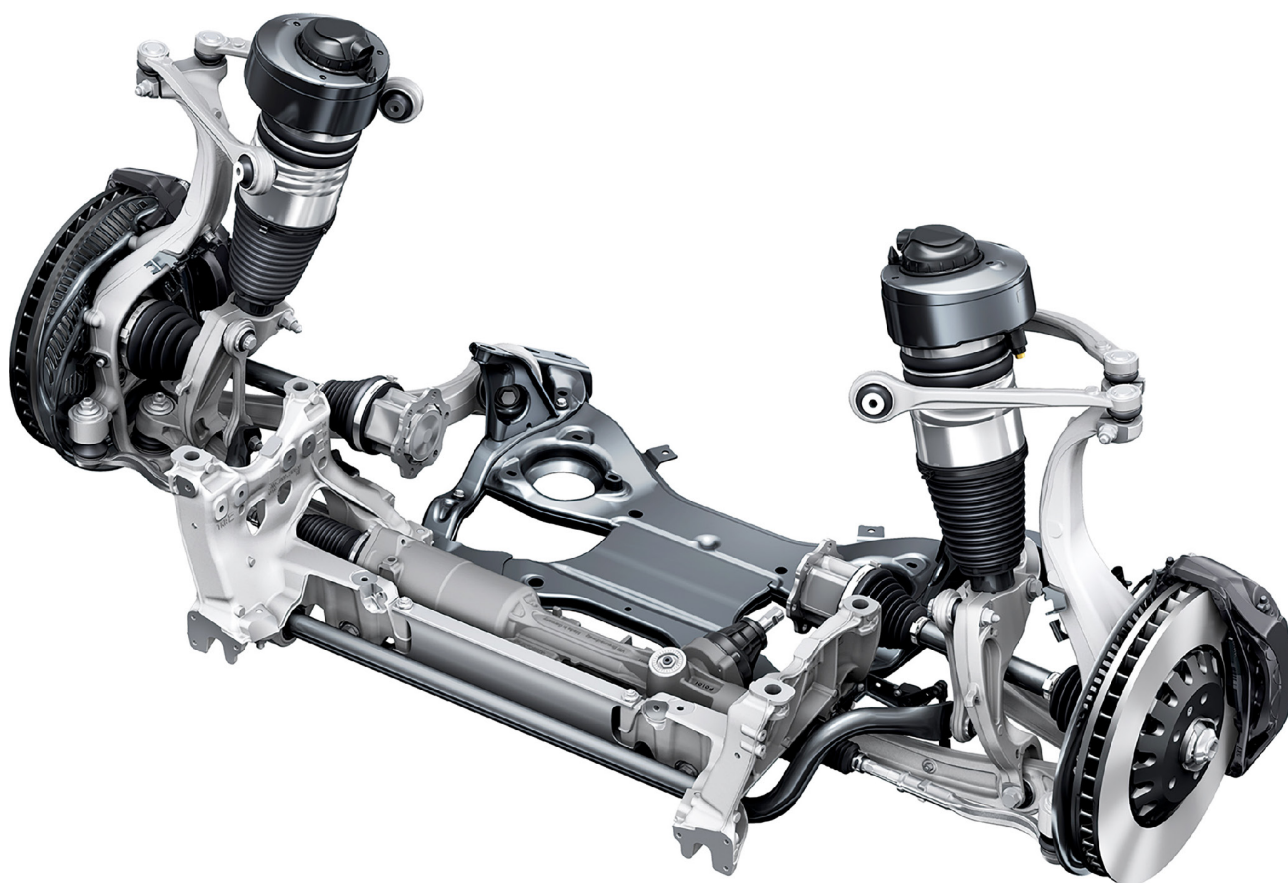
Для устранения недостатков обычных подвесок были разработаны амортизаторы, характеристики демпфирования которых меняются или регулируются во время движения.

К тому же применение пневмобаллонов вместо стальных пружин позволяет регулировать дорожный просвет. Соответствующие датчики отслеживают динамические величины, такие как скорость движения, ускорения и моменты. Силы демпфирования адаптируются к текущей ситуации в зависимости от динамики движения. Водитель, активируя определённую программу движения и тем самым выбирая ту или иную параметрическую карту, может выбрать спортивный, комфортный или сбалансированный характер движения.

Соответствующие ходовые части автомобилей Audi оснащены электронной системой регулирования амортизаторов и пневмоподвески (adaptive air suspension).

Изменяя объём воздуха в пневмобаллонах, можно менять дорожный просвет автомобиля. При постоянном дорожном просвете изменение загрузки автомобиля приводит к изменению давления в пневмобаллонах. Благодаря этому собственная частота колебаний кузова остаётся практически неизменной независимо от загрузки. Водитель не ощущает значительных изменений в управляемости и комфорте автомобиля даже при изменении загрузки.

Поскольку воздух является сжимаемой средой, а от начала работы насоса до измеримого увеличения объёма в пневмобаллоне проходит пусть и небольшое, но всё же время, изменения дорожного просвета или вертикальных сил не происходят мгновенно, в режиме реального времени. Кроме того, невозможно прикладывать силы в обратном направлении, то есть подтягивать колесо к кузову.



677\_003

*Передняя ось регулируемой ходовой части с пневмоподвеской и системой регулирования амортизаторов (adaptive air suspension).*

### Adaptive air suspension и электромеханическая система стабилизации крена (eAWS)

Эта система впервые была предложена в качестве опции для Audi SQ7. С помощью электромеханических исполнительных механизмов стало возможным по отдельности изменять жёсткость на кручение переднего и заднего стабилизаторов поперечной устойчивости. Исполнительные механизмы соединяют две половины стабилизатора одной оси и скручивают их с регулируемым усилием. Это позволяет с большей силой прижимать к дороге наружные относительно центра поворота колёса, тем самым эффективно ограничивая угол крена кузова.

Кроме того, путём изменения характеристик жёсткости стабилизаторов передней и задней осей появляется возможность влиять на характер управляемости автомобиля.

Хотя силовое замыкание колёс одной оси стабилизатором сводится к минимуму, всё равно приложенные к ним силы за счёт соответствующего изменения жёсткости стабилизаторов всегда разнонаправлены и действуют одновременно на оба колеса одной оси.



677\_004

*Передняя ось Audi SQ7 с электромеханической системой стабилизации крена (eAWS).*

### Автомобиль с активной подвеской

Активная подвеска представляет собой электромеханическую систему, с помощью которой для каждого из четырёх колёс реализуются независимые по направлению вертикальные силы между кузовом и колёсами. Таким образом разрывается связь между колёсами одной оси, существующая в eAWS, и, соответственно, снимается проблема синхронного приложения идентичных (но разнонаправленных) сил к обоим колёсам. Сила прикладывается к одному колесу, при этом не оказывая воздействия на другое колесо той же оси.

Кроме того, вертикальные силы могут прикладываться в обоих направлениях, то есть кузов может и прижиматься к дороге. Это независимое приложение сил ко всем четырём колёсам открывает совершенно новые возможности воздействия на динамику и комфорт движения.

Активная подвеска способна выполнять следующие функции:

- › активную стабилизацию поперечного крена;
- › активную стабилизацию продольного крена;
- › активный контроль положения кузова по вертикальной оси;
- › высокоскоростное регулирование дорожного просвета (функции комфортной посадки и подъёма кузова при ДТП).

Активная подвеска разрешает традиционное противоречие между комфортом и динамикой. Водитель ощущает в автомобиле динамику спорткара и комфорт представительского класса.

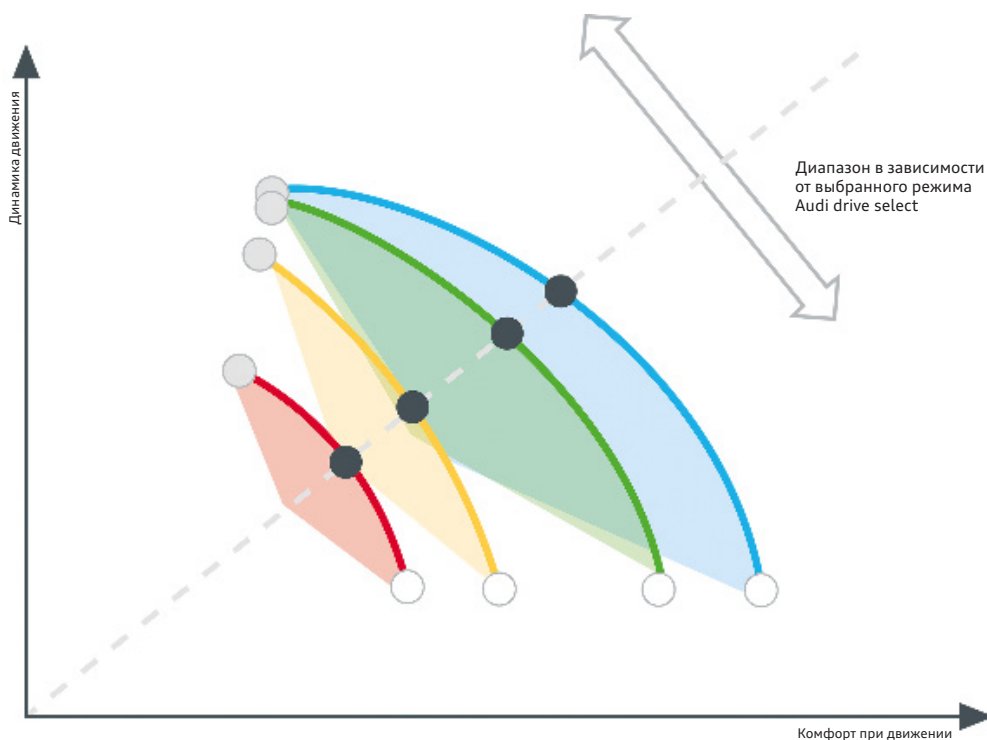


677\_005

*Audi A8 с активной подвеской.*

На графике ниже представлено сравнение динамических и комфортных характеристик подвески adaptive air suspension (aas, красный цвет) с электромеханической системой стабилизации крена (eAWS, жёлтый цвет) и базовой системы (зелёный цвет) активной подвески, а также базовой системы с дополнительными функциями (синий цвет). За точку отсчёта принята подвеска aas.

Водитель, выбирая желаемый режим движения в Audi drive select, устанавливает приоритет динамичного (спортивного) или более комфортного движения. Этим обусловлен диапазон характеристик, отображаемый на графике.



677\_006

#### Условные обозначения

- aas
- aas и eAWS
- Активная подвеска (базовая система)
- Активная подвеска (базовая система) и дополнительные функции
- Audi drive select, режим Auto
- Audi drive select, режим Dynamic
- Audi drive select, режим Comfort



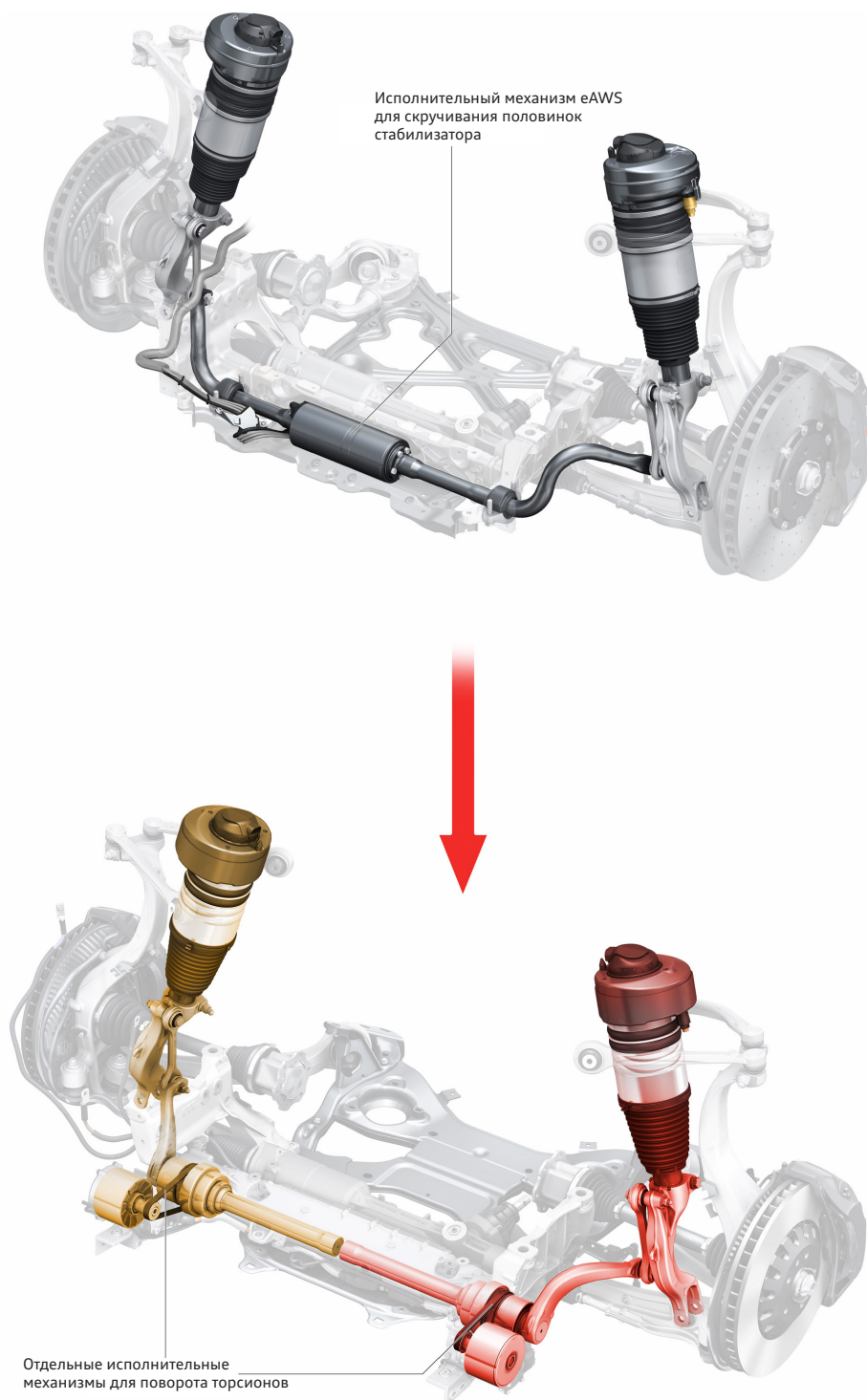
# Принцип действия

## Устройство системы

Принцип активной подвески можно наглядно вывести из электромеханической системы стабилизации крена. В ней стабилизатор поперечной устойчивости разделён на две части примерно посередине и эти две части связаны между собой исполнительным механизмом с электродвигателем. Исполнительный механизм обеспечивает взаимное скручивание двух частей стабилизатора, тем самым повышая торсионный момент стабилизатора и, следовательно, вертикальные силы, действующие на кузов со стороны оси.

Для отдельного регулирования каждого колеса оба полустаблизатора активной подвески не соединяются и не находятся в напряжённом состоянии относительно друг друга, а каждая часть стабилизатора скручивается отдельным исполнительным механизмом. Для привода исполнительных механизмов служат электродвигатели.

В сравнении с гидравлической системой электрический привод обладает целым рядом преимуществ, в числе которых следует отметить меньшее энергопотребление. Управление электродвигателями осуществляют блоки управления, по одному на каждую ось. Блок управления ходовой части J775 выполняет роль главного управляющего устройства для двух блоков управления осями, подключённых к нему через дополнительную шину данных.



Блок управления 1 системы предотвращения колебаний кузова (передняя ось)  
J1152

Блок управления ходовой части  
J775

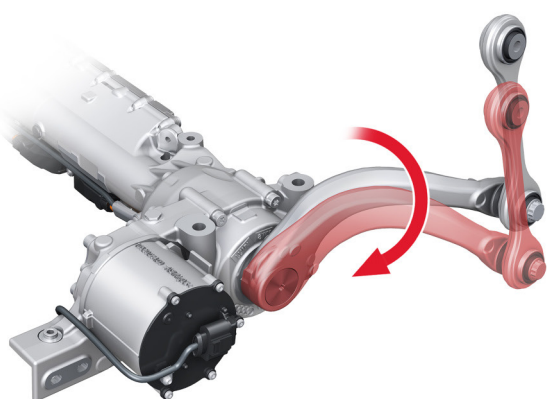


Блок управления 2 системы предотвращения колебаний кузова (задняя ось)  
J1153

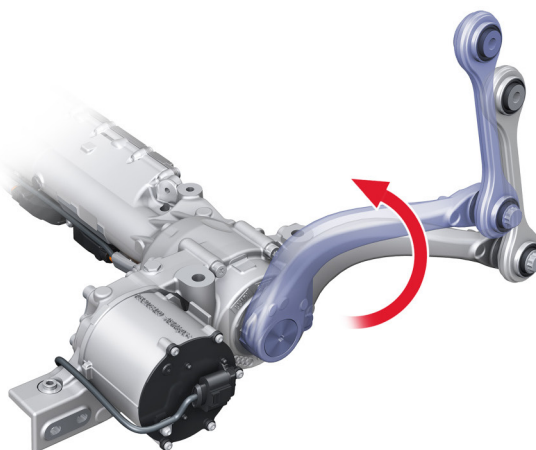
677\_009

Блок управления ходовой части J775 рассчитывает необходимые регулирующие воздействия на передней и задней осях. Оба блока управления системы предотвращения колебаний кузова выполняют команду, направляя сигналы электродвигателям передней и задней осей.

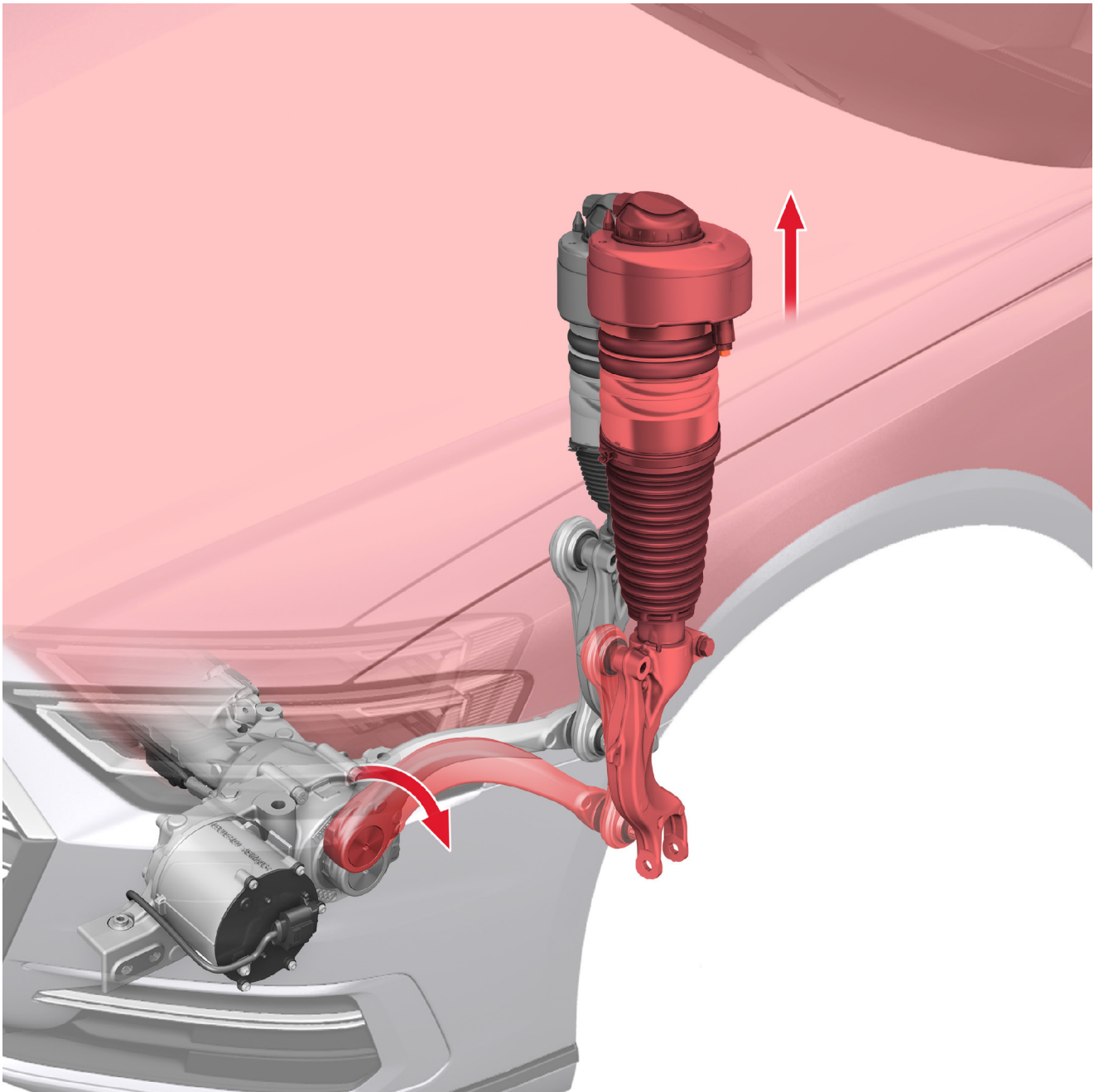
Исполнительные механизмы вместе с подрамниками передней и задней осей закреплены на днище кузова (неподвижны относительно кузова). При приведении исполнительного механизма в действие поворачивается связанный с ним рычаг. Соединительная тяга, связанная с концом рычага, крепится к амортизаторной стойке передней оси, а в задней подвеске — к поперечному рычагу. При повороте рычага вертикальная составляющая силы через соединительную тягу передаётся на соответствующую амортизаторную стойку или соответствующий поперечный рычаг. В результате в зависимости от направления вращения исполнительного механизма уменьшается или увеличивается расстояние между колесом и кузовом (ход сжатия или отбоя).



677\_011



677\_012



677\_010

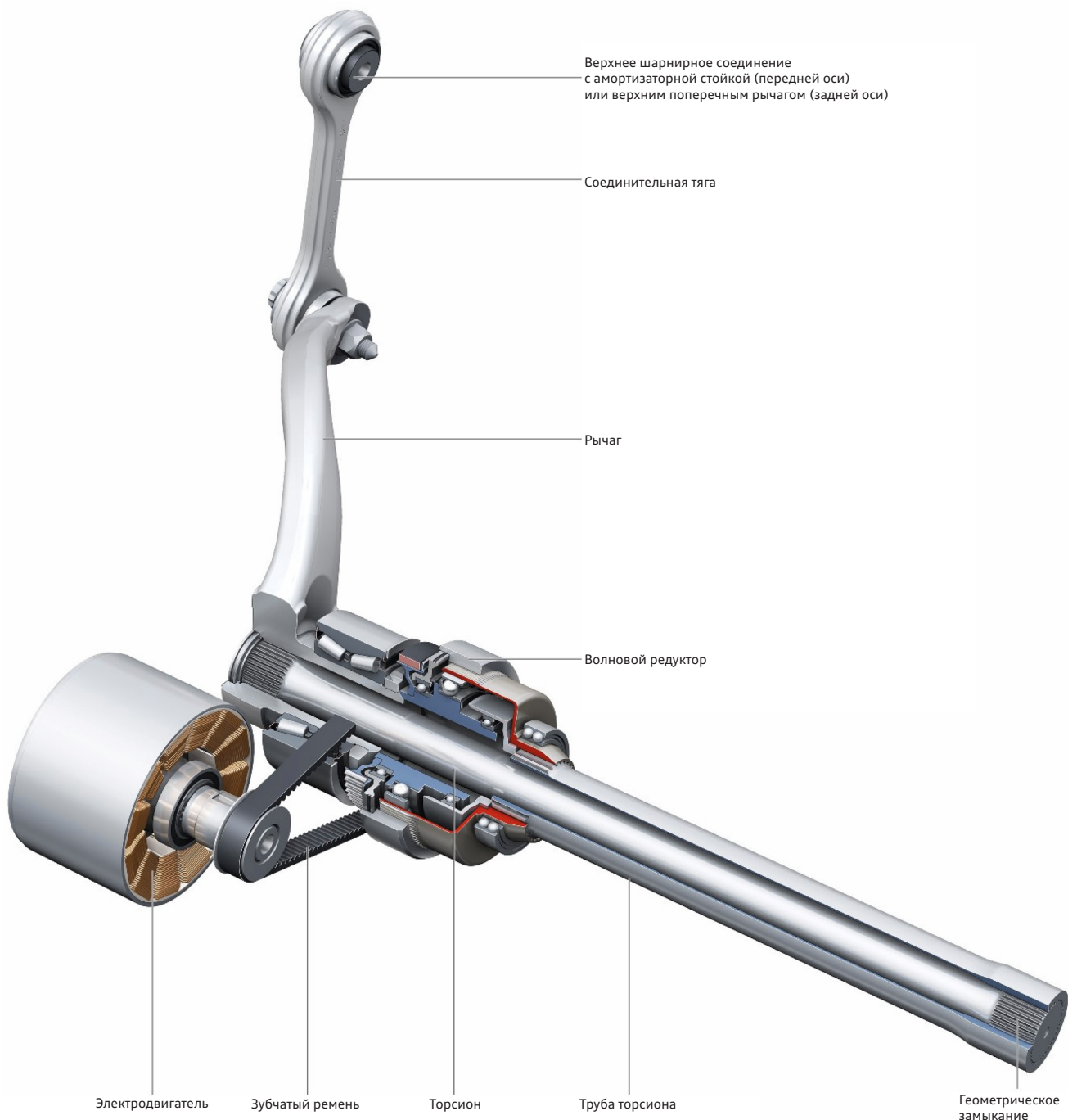
На рисунке показан пример работы исполнительного механизма передней оси. Рычаг исполнительного механизма соединён тягой с амортизаторной стойкой. Усилие от исполнительного механизма, таким образом, через рычаг, соединительную тягу, амортизаторную стойку и поперечный рычаг передаётся на точку опоры колеса. Представленное угловое перемещение рычага (обозначено красным цветом) приводит к подъёму исполнительного механизма и непосредственно соединённого с ним кузова автомобиля. Шток амортизатора вытягивается (ход отбоя). Когда рычаг поворачивается в противоположном направлении, кузов автомобиля опускается. Амортизаторная стойка сжимается, и шток амортизатора работает на сжатие.

# Компоненты системы

## Исполнительный механизм системы предотвращения колебаний кузова

### Устройство и принцип действия

Соединительная тяга связана верхним шарниром с амортизаторной стойкой передней оси или с передним верхним поперечным рычагом задней оси. Нижний шарнир соединительной тяги связан с рычагом, конец которого жёстко (геометрическое замыкание) закреплён на торсионе. Другой конец торсиона жёстко соединён с концом трубы торсиона. Труба торсиона является продолжением ведомого вала волнового редуктора. Ведущий вал этого редуктора соединяется зубчатым ремнём с ротором электродвигателя. Крутящий момент от электродвигателя передаётся зубчатым ремнём на волновой редуктор, далее на ведомый вал редуктора, через трубу торсиона, торсион и рычаг и на соединительную тягу.

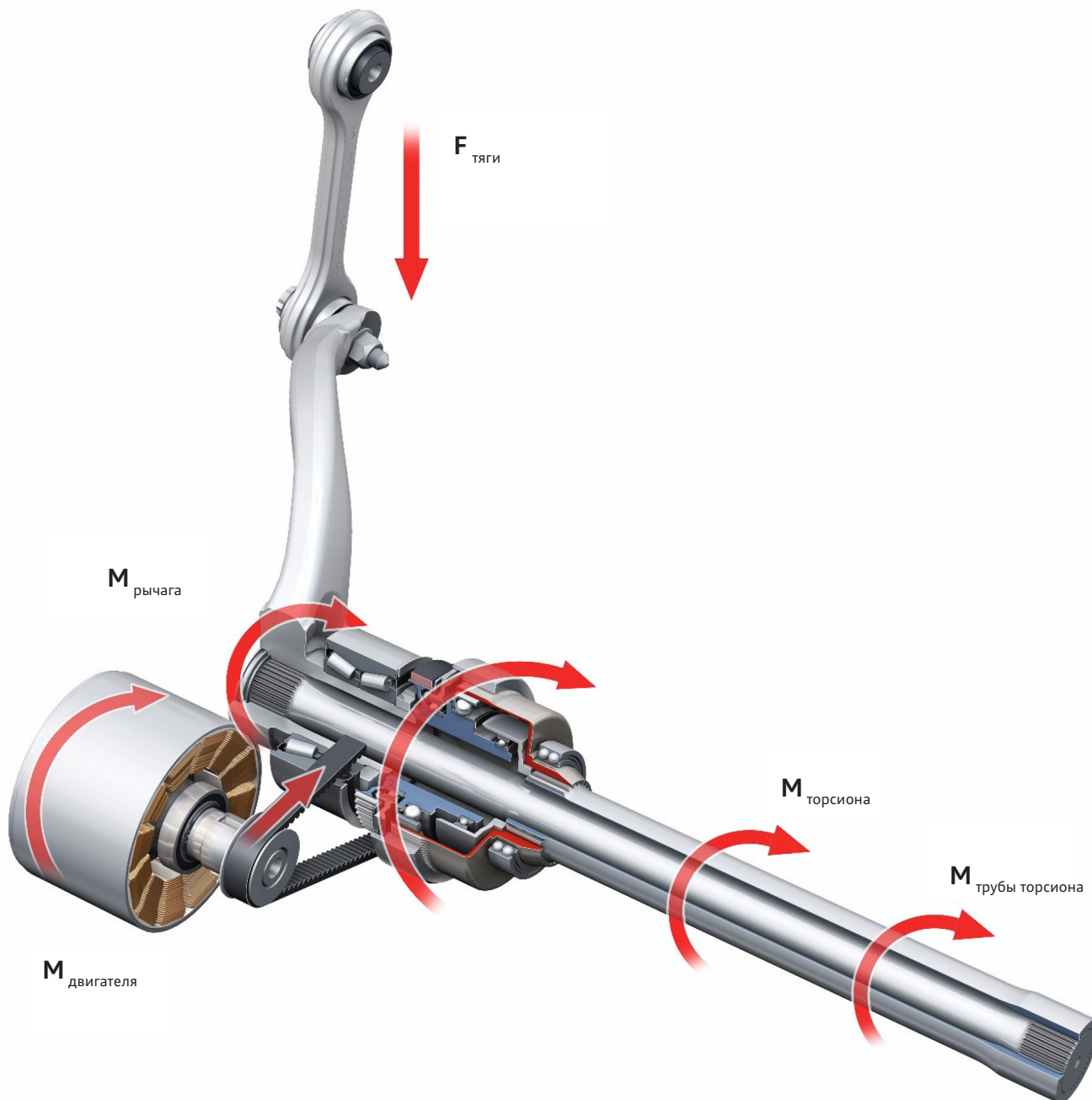


677\_013

Привод волнового редуктора осуществляется зубчатым ремнём от электродвигателя. Редуктор поворачивает трубу торсиона. Изменение углового положения передаётся через торсион на рычаг. Поворот рычага приводит к вертикальному перемещению соединительной тяги.

При изменении направления вращения электродвигателя меняется и направление действия силы. В результате в зависимости от направления вращения кузов автомобиля поднимается (отбой подвески) или опускается (сжатие подвески).

Исполнительный механизм создаёт на выходе редуктора крутящий момент, равный прим.  $\pm 1100$  Н·м. Максимальная сила воздействия соединительной тяги на передней оси составляет прим. 5,0 кН, а на задней оси — прим. 4,5 кН. Угловое положение рычага меняется от 0 до  $\pm 42^\circ$ . Всего за пять десятых доли секунды кузов может приподняться из нулевого положения прим. на 85 мм над всеми четырьмя колёсами.



677\_014

## Электродвигатель

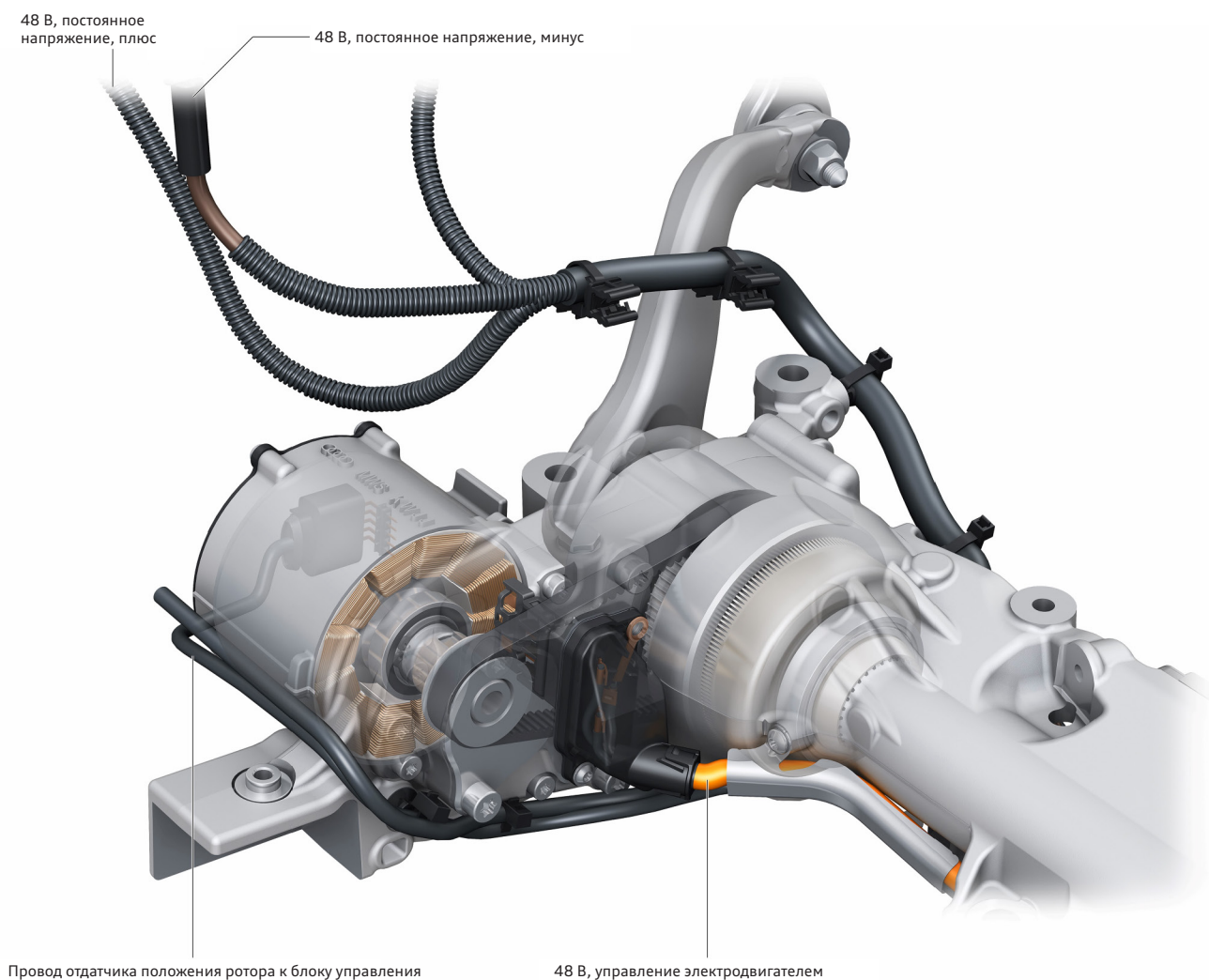
### Устройство и принцип действия

Привод исполнительного механизма осуществляется от двигателя переменного тока 48 В с постоянным возбуждением с пятью парами полюсов, соединённых в звезду, с электронной коммутацией (т. е. без щёток). Максимальная потребляемая мощность двигателя составляет прим. 2,0 кВт, однако она требуется кратковременно, в течение нескольких миллисекунд. Средняя потребляемая мощность сравнительно невелика и в зависимости от режима движения и качества дорожного полотна составляет прим. от 10 до 200 Вт.

Для возбуждения двигателя подаётся синусоидальное (со смещением фаз —  $120^\circ$ ) напряжение от 0 до 48 В. В результате в обмотках статора генерируются токи переменного направления (см. график ниже). Вокруг обмоток, через которые проходит ток, создаются магнитные поля, полярность которых меняется при каждом изменении направления тока. Таким образом вокруг ротора создаётся вращающееся магнитное поле. Это магнитное поле воздействует на постоянные магниты, жёстко соединённые с ротором, таким образом создавая крутящий момент, который приводит во вращение ротор. В зависимости от управления (направления вращения магнитного поля) ротор вращается в левую или правую сторону.

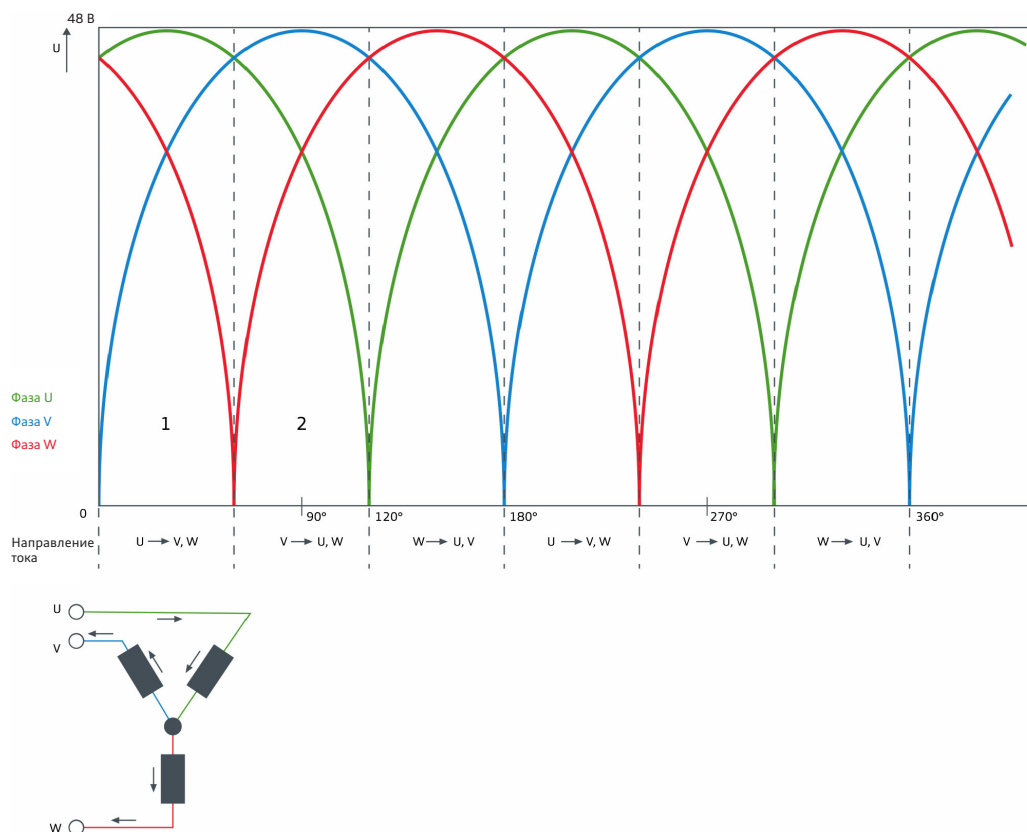
Положение ротора отслеживает датчик. Этот датчик находится на конце ротора со стороны, противоположной шкиву. Внутри полого вала ротора находится постоянный магнит, положение которого и отслеживает магниторезистивный датчик. Измерение с использованием магниторезистивности основано на изменении электрического сопротивления в ферромагнитных металлах под воздействием внешних магнитных полей. По изменениям сопротивления можно определить положение магнита внутри вала ротора, а значит, и угловое положение ротора.

Все четыре двигателя, установленные на передней и задней осях, имеют одинаковую конструкцию.



677\_015

На графике показано изменение напряжения по фазам. При разности потенциалов между отдельными фазами генерируются электрические токи. В качестве примера показано направление тока через обмотки для области графика, обозначенной цифрой 1. Поскольку в этой части напряжение фазы U является наибольшим, индуцируемый ток протекает от U через центр звезды к V и W. В области 2 на V подаётся максимальное напряжение, поэтому ток меняет направление и теперь протекает от V к U. Генерируемые этими переменными токами вращающиеся магнитные поля воздействуют на постоянные магниты ротора, тем самым создавая крутящий момент.



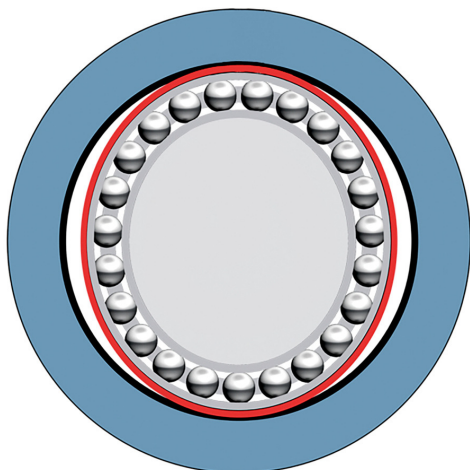
677\_017

## Волновой редуктор

### Устройство и принцип действия

Благодаря компактной конструкции, малому весу и высокой жёсткости волновой редуктор идеально подходит для реализации больших передаточных отношений в мобильных системах. А такие особенности, как отсутствие люфта и самоторможения, позволяют использовать его в качестве передаточного звена в исполнительных механизмах активной подвески. Будучи важным компонентом системы, он преобразует вращение электродвигателя в сравнительно небольшой угол поворота и большой крутящий момент трубы торсиона и самого торсиона, что, в свою очередь, через поворот рычага приводит к поступательному движению соединительной тяги.

Волновой редуктор используется в автомобилях Audi с момента своего первого применения в исполнительном механизме динамического рулевого управления Audi A4. Дополнительную информацию по устройству и принципу действия можно найти в программе самообучения 402 «Динамическое рулевое управление в автомобиле Audi A4'08».



677\_018

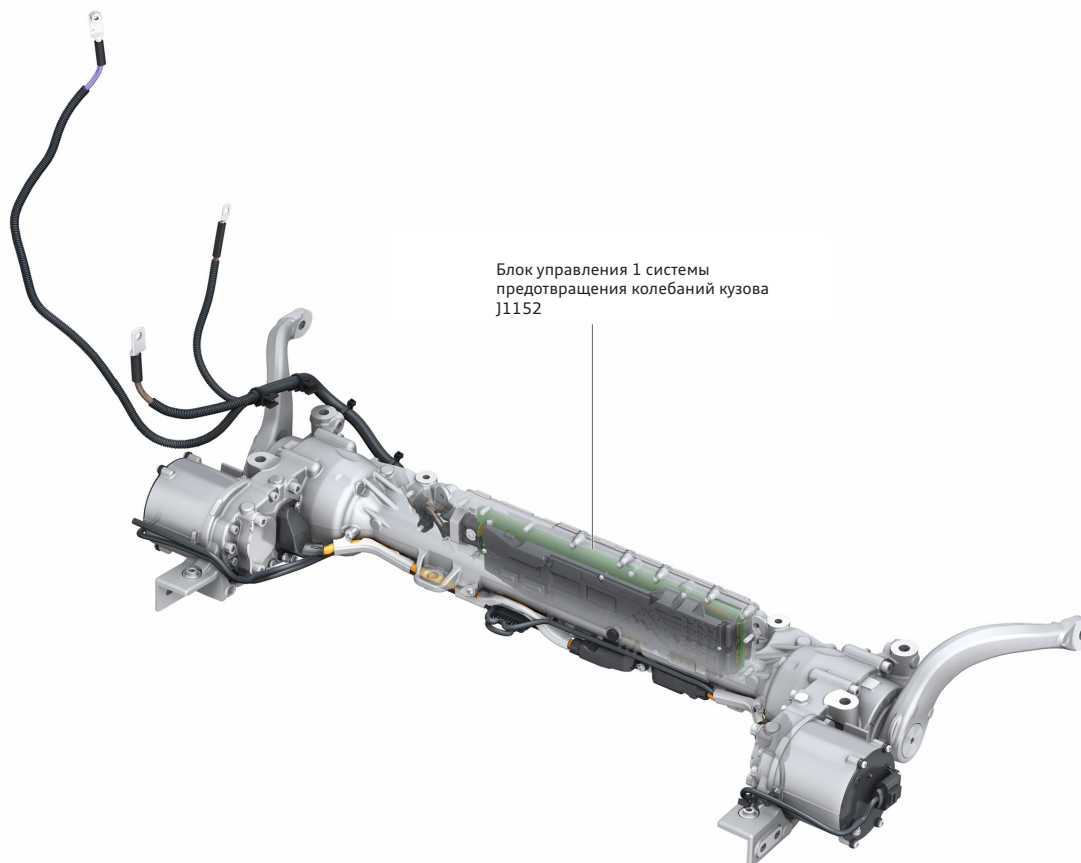
Волновой редуктор в разрезе: зубчатое колесо с внутренними зубьями, гибкое зубчатое колесо с наружными зубьями и подшипник.

## Блоки управления системы предотвращения колебаний кузова

Управление электродвигателями каждой оси осуществляется двумя отдельными блоками управления. В них есть кл. 30 питания для логической цепи 12 В блока управления и питание 48 В (кл. 40) для силовой цепи.

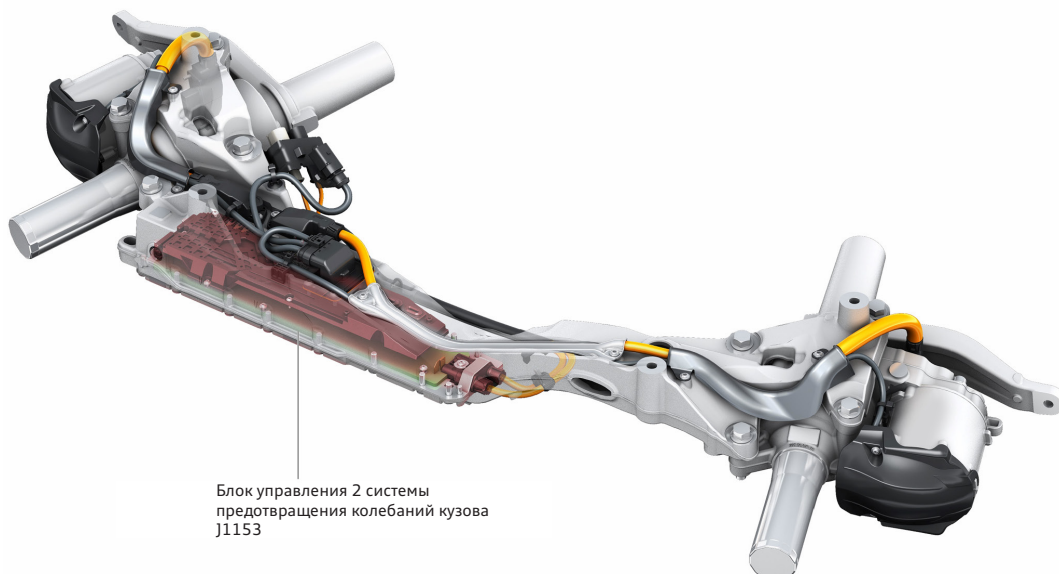
Устройством управления более высокого уровня является блок управления ходовой части J775, который связан с обоими блоками управления системы предотвращения колебаний кузова через дополнительную шину данных.

Блоки управления размещены между исполнительными механизмами на подрамниках передней и задней осей. Встроенные панели с разъёмами, расположенные посередине между исполнительными механизмами, обеспечивают соединение проводов цепей 12 В и 48 В. Кроме того, их расположение заподлицо защищает блоки управления от внешних механических воздействий. Блок управления, исполнительные механизмы, а также панель с разъёмами и проводка объединены в один модуль.



677\_019

Модуль передней оси, состоящий из блока управления, исполнительных механизмов и встроенной панели с разъёмами и проводкой.



677\_020

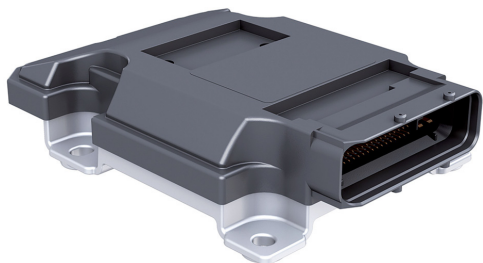
Модуль задней оси, состоящий из блока управления, исполнительных механизмов и встроенной панели с разъёмами и проводкой.



## Блок управления ходовой части J775

Блок управления ходовой части (второго поколения) при оснащении автомобиля активной подвеской, помимо регулирующего ПО для других систем ходовой части и необходимых датчиков, содержит также ПО для активной подвески. Это позволяет ему выполнять функцию задающего устройства для блоков управления системы предотвращения колебаний кузова. Блок управления ходовой части связан с другими абонентами шины данных по протоколу FlexRay, а с блоками управления системы предотвращения колебаний кузова — через дополнительную шину данных.

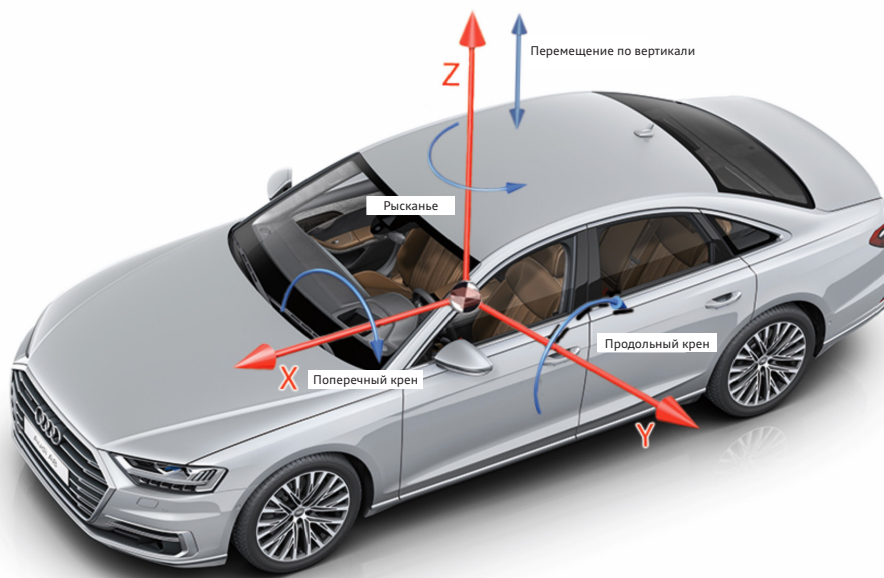
Регулирующее программное обеспечение имеет модульную архитектуру и содержит описанные ниже в сильно упрощённом представлении основные блоки (подробное описание принципа действия приведено в главе «Функции системы»).



677\_021

Блок управления ходовой части J775.

- › **Модуль контроля кузова**  
Назначение этого модуля — подавление колебаний кузова и развязка с толчками от дорожных неровностей частотой примерно до 5 Гц. Частота колебаний кузова находится в диапазоне примерно 1–5 Гц.
- › **Модуль опережающего видения (PreView)**  
Этот модуль, анализируя данные передней камеры, с опережением определяет особенности дорожного полотна. Это позволяет сократить время реакции на дорожные неровности (например, искусственные неровности или волнообразный рельеф дороги). В результате значительно повышается комфорт движения.
- › **Модуль продольного крена**  
Этот модуль способствует уменьшению продольного крена автомобиля (углового перемещения относительно поперечной оси автомобиля) при разгоне и торможении. Это положительно отражается на динамике автомобиля и комфорте движения за счёт сокращения тормозного пути и лучшей устойчивости кузова.
- › **Модуль поперечного крена**  
Этот модуль способствует уменьшению поперечного крена автомобиля (углового перемещения относительно продольной оси автомобиля). В первую очередь это положительно отражается на динамике и безопасности движения за счёт более точной реакции на рулевое управление и нейтральной поворачиваемости.
- › **Модуль ДТП**  
Благодаря этому модулю при распознавании предстоящего удара сбоку соответствующая сторона автомобиля быстро поднимается. Вместо двери удар частично воспринимается более жёсткой областью порога, что смягчает последствия столкновения.
- › **Модуль комфортной посадки**  
Благодаря этому модулю при открывании двери кузов поднимается, повышая удобство посадки и выхода.

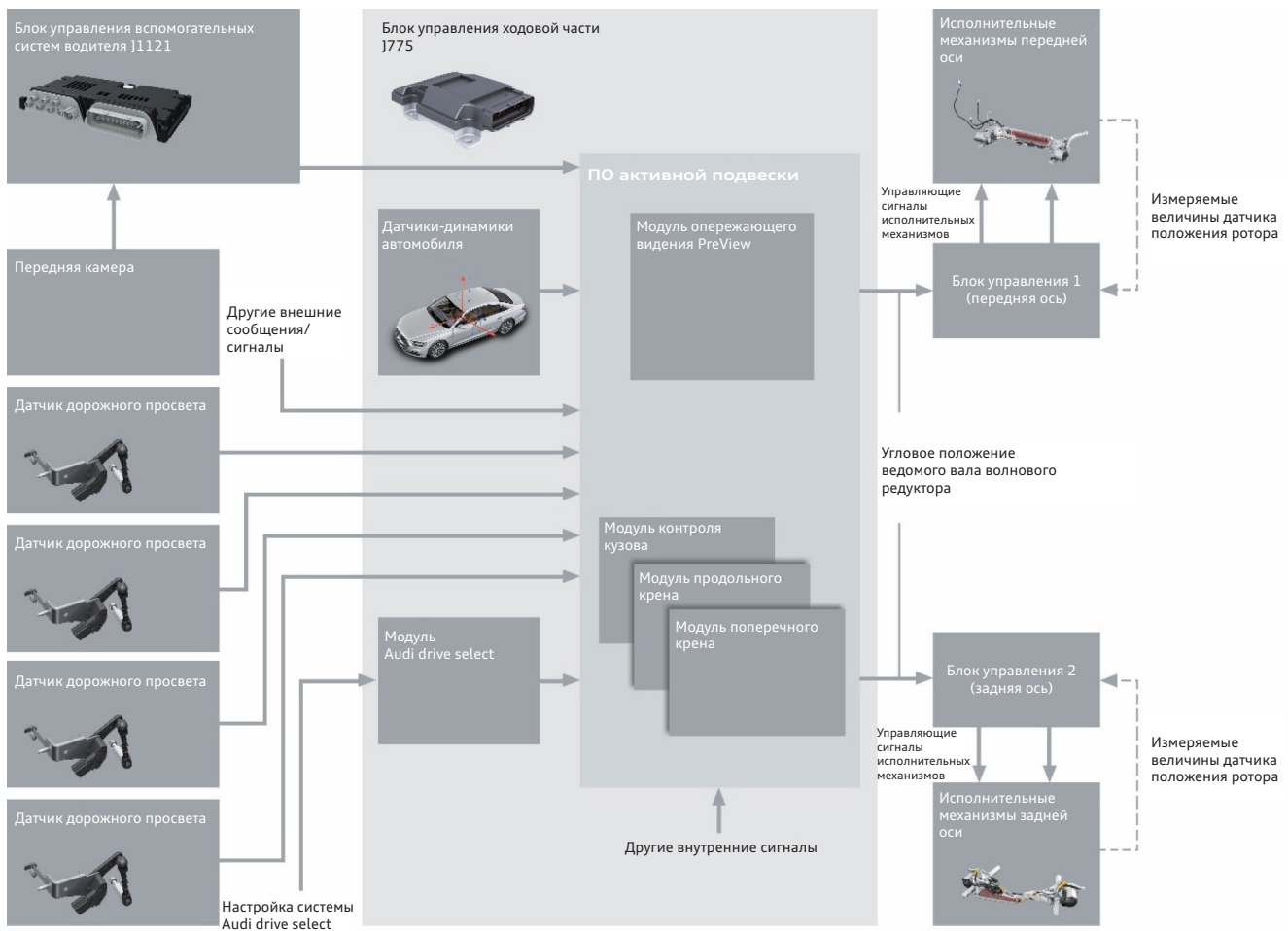


677\_022

Модуль датчиков в блоке управления ходовой части отслеживает угловое перемещение автомобиля относительно главных осей координат, а также вертикальное ускорение кузова. Для целостного определения фактического динамического состояния считываются дополнительные параметры (например, поперечное ускорение из блока управления подушек безопасности, скорость движения из системы ESC).

# Функции системы

## Базовая функция



677\_023

Регулирование стабилизаторов, пневмобаллонов и амортизаторов осуществляется в тесной взаимосвязи. При этом пневмоподвеска обеспечивает постоянство дорожного просвета при различной загрузке, а также ручное или автоматическое заданное изменение дорожного просвета. Демпфирующее действие исполнительных механизмов учитывается при расчёте необходимых сил демпфирования.

Блок управления ходовой части индивидуально и практически в режиме реального времени рассчитывает скручивающий момент торсиона для каждого колеса в отдельности. Каждому скручивающему моменту соответствует определённый угол поворота ведомого вала волнового редуктора.

Эти данные углового положения передаются блокам управления 1 и 2 системы предотвращения колебаний кузова передней и задней осей. Блоки управления реализуют эти угловые положения, активируя электродвигатели исполнительных механизмов. При этом измеряемые величины датчиков положения ротора являются основой для определения реального углового положения.

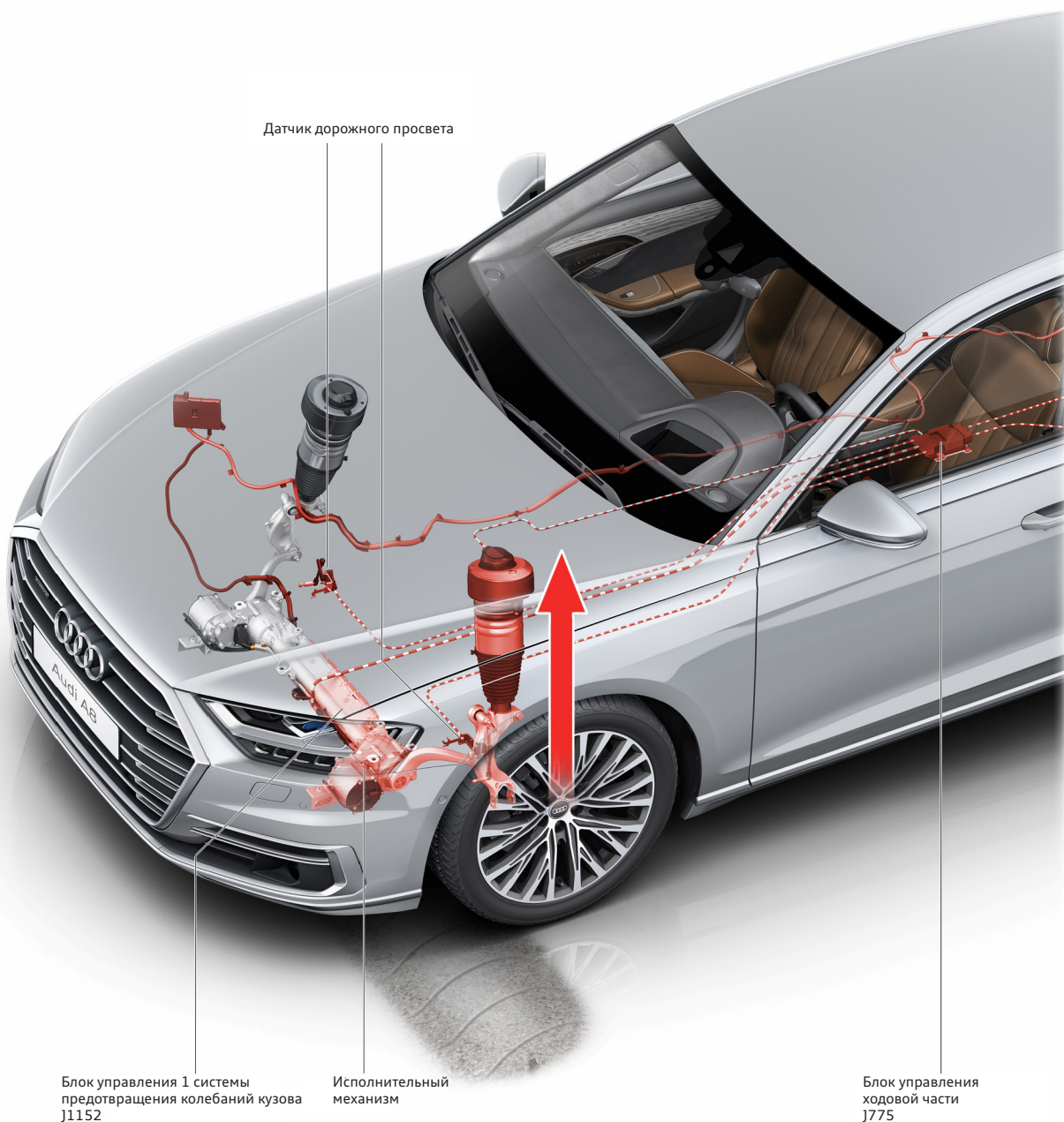
Общее передаточное отношение угла поворота ротора к углу поворота ведомого вала редуктора составляет 189 : 1 (передаточное отношение ремённой передачи от ротора к ведущему валу редуктора — 1 : 2,36; передаточное отношение редуктора — 80 : 1). То есть для одного оборота ведомого вала редуктора потребуется 189 оборотов ротора электродвигателя.

Исходным параметром для расчёта необходимых сил, с которыми соединительные тяги воздействуют на подвеску, и, соответственно, предварительного напряжения торсионов является выбранный водителем режим Audi drive select. Вторым базовым параметром — это текущий режим движения, а именно, динамика автомобиля, измеренная с помощью соответствующих датчиков. Необходимые датчики интегрированы в сам блок управления ходовой части. Они измеряют моменты относительно оси X (момент поперечного крена), оси Y (момент продольного крена) и оси Z (момент рыскания). Моменты рыскания нужны для оценки поперечного ускорения. Измеренные значения сравниваются со значениями, измеренными в блоке управления подушек безопасности. Специальное ПО определяет скорость движения автомобиля. Дорожный просвет, как и в adaptive air suspension (aas), определяется четырьмя отдельными датчиками дорожного просвета. Вертикальные перемещения кузова измеряет датчик ускорения, который также является частью блока управления ходовой части.

В режиме активной эксплуатации на исполнительные механизмы постоянно подаётся электропитание. В каждом регулировании присутствует фаза электродинамического демпфирования. Тогда приходят в движение роторы постоянного возбуждения электродвигателей. Возникающие в этот момент вращающиеся магнитные поля индуцируют электрические напряжения в обмотках статора. Возникающие таким образом токи используются для восполнения заряда (рекуперации) 48-вольтовой АКБ. Максимальная мощность рекуперации составляет примерно 3 кВт, но она достигается лишь очень коротковременно.

Для лучшего понимания рассмотрим принцип действия системы на примере проезда волны дорожного покрытия («положительного» препятствия) левым передним колесом. Целью регулирования в данном случае является настолько ограничить раскачку кузова, чтобы обеспечить наилучший компромисс между комфортом и динамикой. При этом соотношение динамики и комфорта устанавливает водитель, выбирая тот или иной режим Audi drive select.

- › При наезде на волну дорожного покрытия кузов автомобиля приобретает ускорение в области передней оси/над передним левым колесом, приподнимаясь в вертикальном направлении (по оси Z). Это вертикальное ускорение измеряется датчиками в блоке управления ходовой части. Кроме того, левое переднее колесо немного сжимает подвеску, что регистрируется соответствующим датчиком дорожного просвета. Эта информация, наряду со многими прочими данными (например, скоростью движения, поперечным ускорением и т. д.), анализируется блоком управления ходовой части. На основании этого блок управления ходовой части уменьшает силу демпфирования левого переднего амортизатора в ходе сжатия. Одновременно блок управления определяет, насколько нужно уменьшить предварительное напряжение торсионов исполнительными механизмами передней оси (жесткость стабилизатора), чтобы подавить колебание кузова. Блок управления вычисляет необходимые для этого изменения углов поворота исполнительных механизмов и передает команду на выполнение блоку управления 1 системы предотвращения колебаний кузова на передней оси.
- › Меньшая сила демпфирования и жесткость стабилизатора позволяют соответственно увеличить ход сжатия переднего колеса. За счёт этого уменьшаются действующие на кузов вертикальные силы. Ускорение кузова ограничивается до комфортного для водителя и пассажиров уровня.
- › При наезде на волну дорожного покрытия колесом задней оси для её амортизаторов и исполнительных механизмов повторяется описанный выше процесс.



677\_024

## Дополнительная функция опережающего видения (PreView)

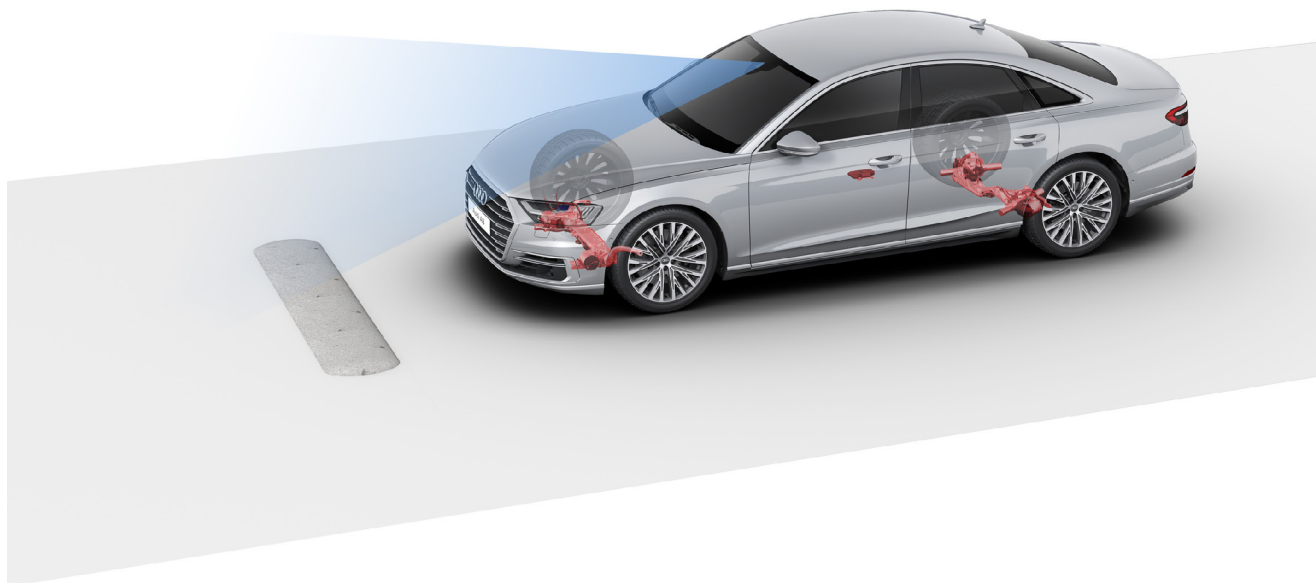
### Дополнительные функции

В дополнение к базовой функции активная подвеска реализует и некоторые дополнительные.

### Дополнительная функция опережающего видения (PreView)

Эта функция использует возможность заранее распознавать некоторые неровности дорожного полотна. Она реализуется за счёт анализа оптических сигналов передней камеры/камеры вспомогательных систем. Блок управления вспомогательных систем анализирует данные камеры по определённым критериям. Определяются разность высот (вертикальный профиль) и, исходя из этого, тип препятствия. К характерным типам препятствий относятся, например, гармонические волны дорожного полотна и искусственные неровности. Мелкие выбоины (ямы), как правило, не учитываются в силу того, что их края не выступают над дорожным полотном. Для того чтобы упростить анализ блоку управления ходовой части, блок управления вспомогательных систем дополнительно сообщает разрешающую способность. На основании этой информации блок управления ходовой части принимает решение о необходимости регулирования и выбирает дальнейший алгоритм. Блок управления вспомогательных систем предоставляет актуальные данные блоку управления ходовой части 18 раз в секунду.

Большое преимущество PreView — это возможность заблаговременно выполнять те или иные функции. Базовая функция может быть активирована только тогда, когда измеряемые величины соответствующих датчиков показывают, что переезд неровности уже начался. С PreView противодействие начинается уже в тот момент, когда колёса передней оси только встречают препятствие. Эта функция действует на скорости примерно до 60 км/ч. Функция PreView состоит из следующих регулирующих компонентов:



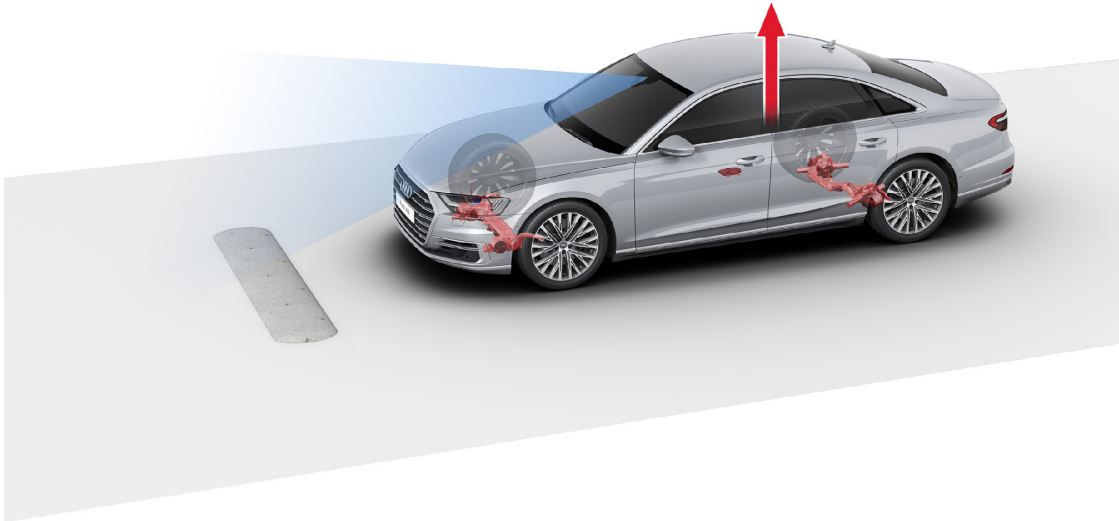
677\_025

### Прогнозируемое поднятие (Pro lift)

При проезде «положительного» препятствия (например, искусственной неровности; см. рис.) подвеска автомобиля сжимается. Особенный дискомфорт для водителя и пассажиров возникает, когда ход сжатия исчерпывается полностью. Тогда вступают в действие дополнительные упругие элементы, которые завершают сжатие сравнительно резко. Если PreView распознаёт «положительное» препятствие, Pro lift инициирует определённый алгоритм работы исполнительных механизмов. Кузов заранее приподнимается, чтобы в момент переезда неровности ход сжатия был достаточным. В зависимости от типа препятствия величина подъёма может достигать примерно 40 мм перед встречей с препятствием. Этот подъём происходит плавно и практически незаметно для водителя.

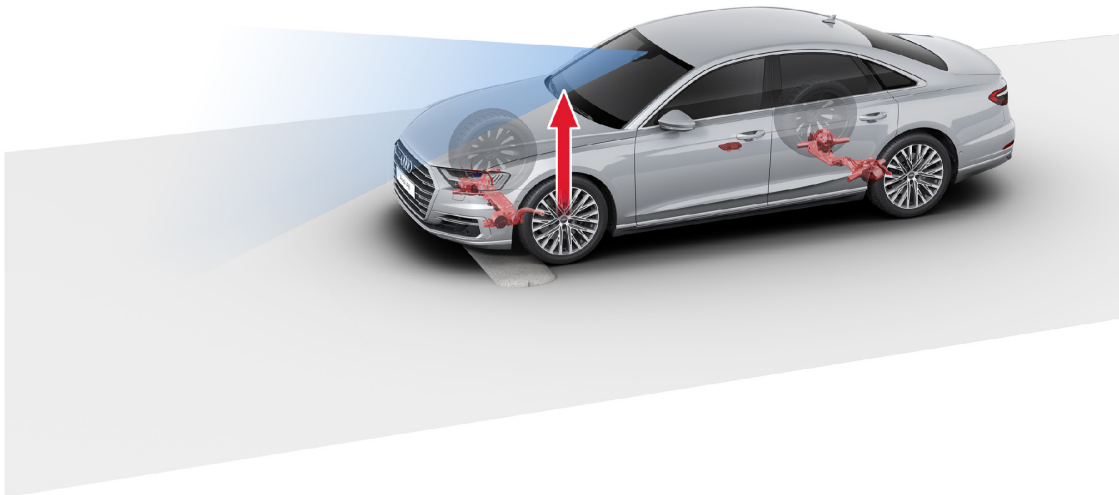
### Прогнозируемое опускание (Pro comp)

Почти одновременно со встречей колеса с препятствием этот регулирующий компонент инициирует отслеживание контура препятствия. Для этого колесо путём активации соответствующего исполнительного механизма активно перемещается в направлении кузова, воспроизводя ход сжатия подвески. Компонент Pro lift уже обеспечил необходимый для этого запас хода сжатия. Смысл состоит в том, чтобы нивелировать или хотя бы значительно уменьшить импульс, обычно возникающий в первый момент контакта колеса с препятствием трапецевидного профиля. Соответственно адаптируются и демпфирующие силы. Похожий процесс происходит и при съезде с препятствия. Но в данном случае колесо активно движется в направлении хода отбоя, стремясь максимально точно повторить профиль дорожного полотна.



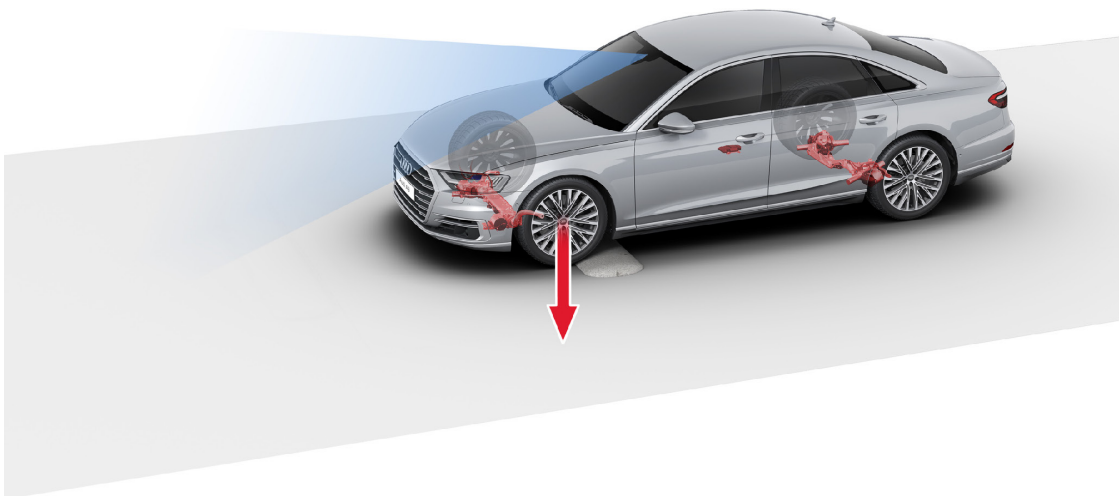
677\_026

Препятствие распознаётся в результате анализа данных камеры. Оно классифицируется как «положительное» (выступает над поверхностью дороги). Для этого типа препятствий необходимо обеспечить максимально возможный ход сжатия. Блок управления ходовой части рассчитывает необходимое угловое положение рычага и даёт команду на выполнение блокам управления 1 и 2 системы предотвращения колебаний кузова. Ещё до того, как колесо наезжает на препятствие, кузов автомобиля приподнимается. В результате доступный ход сжатия увеличивается примерно на 40 мм.



677\_027

Непосредственно перед расчётным моментом наезда на препятствие блок управления ходовой части инициирует подъём соответствующего колеса. Благодаря этому перемещению удастся избежать жёсткого контакта с препятствием.



677\_028

Системой поддерживается и съезд с препятствия, для чего вертикальное перемещение колеса адаптируется к обкатываемому профилю препятствия. При необходимости ход отбоя сопровождается активной работой исполнительного механизма.

## Дополнительная функция подъёма кузова при ДТП

В случае ДТП, несмотря на множество средств пассивной безопасности, нельзя исключить травмирование водителя и пассажиров. В том числе и боковые столкновения представляют определённую опасность для водителя и пассажиров с той или иной стороны автомобиля. Существенной причиной этого является сравнительно небольшой ход деформации, который допускает расстояние со стороны удара между водителем или пассажиром и наружной стороной автомобиля. Расположенные между ними структурные элементы должны воспринимать кинетическую энергию удара.

В зависимости от тяжести столкновения при этом происходит деформация структурных элементов в направлении салона (интрузия — вмятие).



677\_029

*Боковое столкновение без функции подъёма кузова при ДТП.*

В очень короткий промежуток времени от распознавания вероятного бокового столкновения до контакта с врезающимся автомобилем может быть реализован односторонний подъём кузова примерно до 80 мм (за время около 500 мс). Благодаря этому основная энергия удара переносится в более жёсткую область порога, что уменьшает глубину деформации (интрузию) панелей кузова в направлении салона, не допуская значительного сокращения защищённого пространства.

Функция подъёма кузова при ДТП реализуется при скорости примерно до 60 км/ч и поперечном ускорении примерно до 4 м/с<sup>2</sup>. На неподвижные объекты (если автомобиль приближается к неподвижному препятствию) система не реагирует.



677\_030

*Боковое столкновение с функцией подъёма кузова при ДТП.*

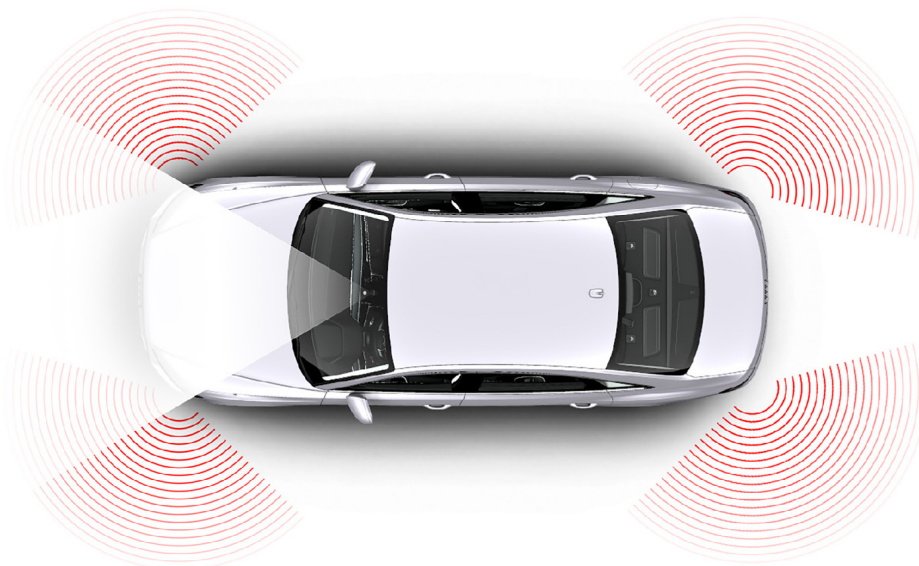
Контроль обстановки по бокам от автомобиля осуществляется с помощью четырёх угловых радарных датчиков, также необходимых для работы Audi pre sense side. Блок управления вспомогательных систем водителя J1121 анализирует эти данные.

В зависимости от ситуации определяется потенциальная опасность приближающегося сбоку автомобиля. Вычисляется критичность — числовой параметр, характеризующий потенциальную опасность этого приближения, а также предположительное время до столкновения. Эта информация направляется в блок управления подушек безопасности, который при необходимости инициирует следующие действия (алгоритм Audi pre sense side). Одновременно блок управления ходовой части получает команду на подъём кузова при ДТП.

Если распознанный ранее объект/автомобиль больше не находится в контролируемой зоне, блок управления подушек безопасности отзывает запрос и кузов возвращается в исходное положение.

Если возникает редкая ситуация, когда находящийся на курсе столкновения автомобиль отклоняется, подъём кузова через определённый промежуток времени отменяется. Эта защитная функция выполняется с неизменными параметрами и в режиме движения с прицепом.

Для активации функции подъёма кузова при ДТП должны быть закрыты все двери, капот и крышка багажного отсека, включена кл. 15, а скорость движения автомобиля должна хотя бы один раз превысить 8 км/ч. При открывании двери или выключении кл. 15 готовность функции отключается. При отключении системы ESC или/и Audi pre sense side функция также отключается.



677\_031

Зоны действия передней камеры и угловых радарных датчиков Audi A8.

## Дополнительная функция комфортной посадки

Эта дополнительная функция предназначена для подъёма кузова при открывании двери. В зависимости от исходного дорожного просвета (в режимах Audi drive select — Auto или Comfort) кузов приподнимается примерно на 40 мм за 1 секунду.

Возврат к исходному дорожному просвету:

- › через 10 с после закрывания всех дверей;
- › после начала движения;
- › при запирании автомобиля;
- › при смене режима Audi drive select;
- › через некоторое время при неработающем двигателе и открытой двери для сохранения уровня заряда АКБ. О том, что автомобиль поднят, сообщает индикация на дисплее.

›



677\_032



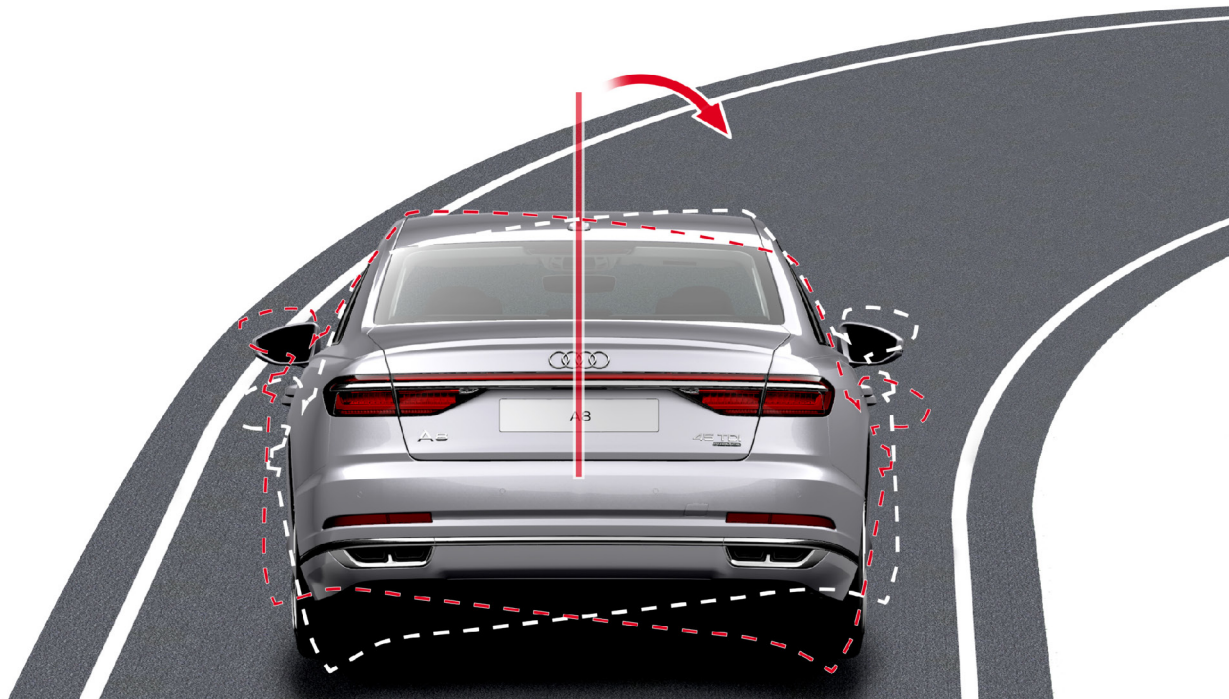
## Дополнительная функция наклона в повороте

Эта функция активируется, только когда в Audi drive select выбран режим Comfort+.

Под воздействием сил инерции на кузов при прохождении поворотов он наклоняется наружу поворота. Этот неблагоприятный с точки зрения динамики и комфорта движения крен уменьшается за счёт адаптивной системы управления амортизаторами, а при наличии электромеханической системы стабилизации крена — нейтрализуется почти полностью.



Регулирование активной подвески на поворотах усиливает действие, так что кузов даже стремится наклониться в противоположную сторону. Это происходит за счёт опускания кузова с внутренней стороны поворота и его подъёма с наружной стороны поворота. При этом наклон автомобиля к центру поворота достигает 3°. За счёт этого колёса, находящиеся на внешней дуге поворота, ещё сильнее прижимаются к дороге. Одновременно повышается комфорт водителя и пассажиров, поскольку снижаются действующие на них поперечные силы.

Регулирующее ПО в первую очередь оценивает скорость автомобиля, а также измеренное блоком управления подушек безопасности поперечное ускорение.



677\_033

### Условные обозначения

-  Наклон кузова в повороте, вызванный центробежной силой, приложенной к центру тяжести автомобиля
-  Наклон кузова в повороте, обеспечиваемый активной подвеской

## Дополнительная функция продольной стабилизации

В процессе ускорения или замедления (разгон или торможение) на кузов действуют продольно направленные силы.

При ускорении автомобиля вес кузова под действием сил инерции переносится на задние колёса и нагрузка на переднюю ось уменьшается. Таким образом, задняя подвеска сжимается, а передняя разжимается.

При торможении силы инерции направлены противоположно: кузов нагружает переднюю ось и разгружает заднюю. Этим продольным креном в автомобиле с системой регулирования демпфирования противодействует адаптация сил демпфирования.

Регулирование активной подвески также оказывает компенсирующее действие в этих ситуациях. При торможении кузов не только не «приседает» на переднюю ось, а даже, наоборот, немного приподнимается.

На разгоны система регулирования реагирует иначе, опуская кузов на переднюю ось (сжатие) и приподнимая над задней.

Подъём и опускание практически незаметны для водителя и пассажиров. Зато ощутим более высокий уровень комфорта за счёт уменьшения действующих на пассажиров продольных сил в направлении движения или против него.



677\_035

*Подъём кузова на передней оси и его опускание на задней оси при торможении противодействуют силе инерции и обеспечивают существенное повышение комфорта за счёт снижения продольных сил, действующих на водителя и пассажиров.*



677\_034

*Во время разгона кузов опускается на передней оси и поднимается на задней. В этом случае повышение комфорта является следствием уменьшения продольных сил, действующих на водителя и пассажиров.*

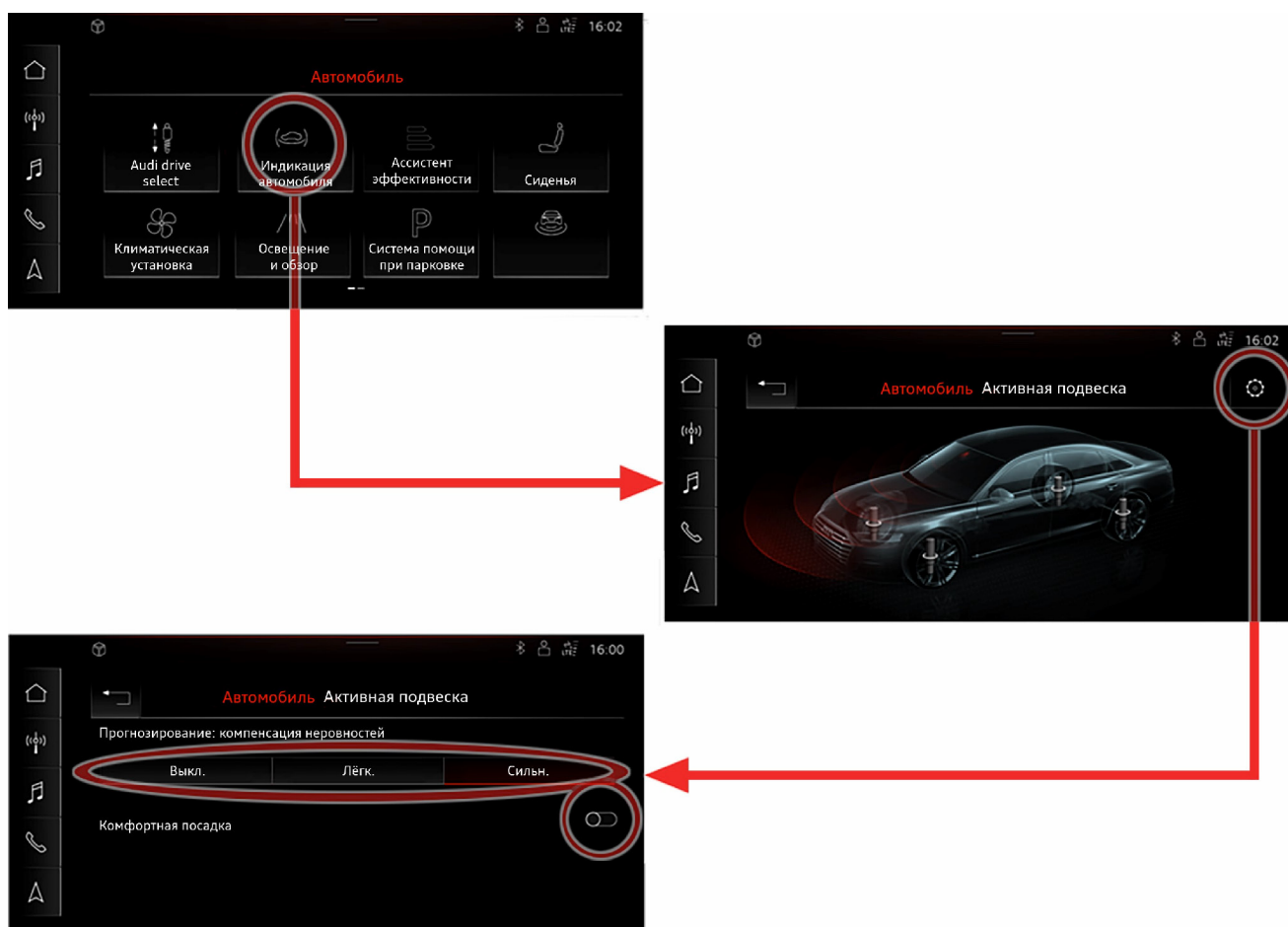
# Управление и техническое обслуживание

## Управление и информация для водителя

Водитель не может отключить базовую функцию активной подвески, зато может непосредственно влиять на характер регулирования, выбирая тот или иной режим Audi drive select. Кроме того, ему доступно информирование о состоянии функции во время активного регулирования. Для этого в MMI нужно выбрать пункт меню «Активная подвеска» («Автомобиль» — «Индикация автомобиля» — «Активная подвеска»). На дисплее отдельно для каждого колеса отображается степень компенсации перемещения кузова. Водитель также может выбрать, должна ли система сглаживать неровности дорожного полотна и в какой степени. Коснувшись пиктограммы шестерёнки в окне индикации активной подвески, водитель может выключить компенсацию неровностей (функцию PreView) или выбрать лёгкую или сильную степень компенсации.

Если автомобиль оснащён функцией комфортной посадки, водитель может её включить или выключить.

Дополнительную информацию об управлении и индикации можно найти в актуальном руководстве по эксплуатации автомобиля, оснащённого активной подвеской.



677\_037

## Работа системы при возникновении неисправности

Блок управления ходовой части J775 проводит диагностику системы и соответствующим образом реагирует на недостоверности, сбои в системе и особые внешние факторы (температуру, нагрузку на систему и нагрузку бортовой сети).

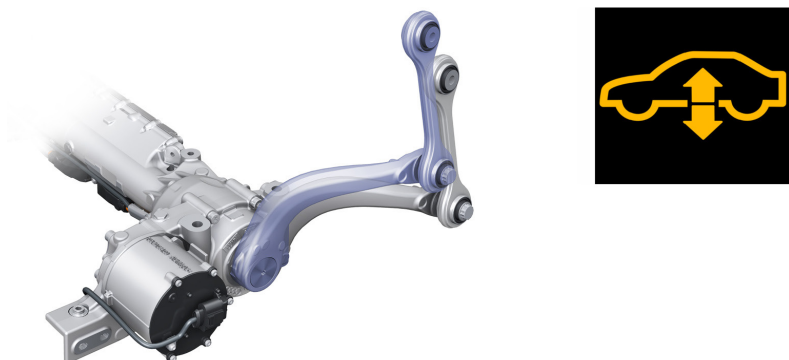
При необходимости водитель получает информацию посредством контрольных ламп (нейтрального белого, жёлтого и красного цветов) и текстового сообщения. Пиктограмма контрольной лампы идентична таковой для пневмоподвески. Относится информация к состоянию пневмоподвески или активной подвески, понятно из сопровождающего текста. Различная индикация описана в руководстве по эксплуатации соответствующей модели.



677\_039

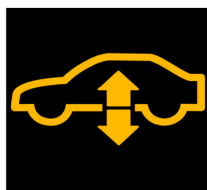
Реакция системы проявляется в двухступенчатом ограничении работоспособности. Цель ограничения — избежать аварийного режима. На первой ступени происходит сравнительно небольшое снижение мощности и крутящего момента исполнительных механизмов. В результате незначительно снижается уровень комфорта, но, как правило, это незаметно для водителя и пассажиров. Об активации второй ступени водителю сигнализируют белая контрольная лампа и текстовое сообщение на дисплее. После ограничения функций системы на этой ступени сопротивление кренам автомобиля примерно соответствует таковому для обычной подвески.

В случае распознавания неисправности какого-либо исполнительного механизма отключаются все исполнительные механизмы и поддерживается постоянная величина тока управления амортизаторами. В результате обеспечивается значительное гидравлическое демпфирование, позволяющее в достаточной степени стабилизировать крены при комфортных настройках. Жёлтая контрольная лампа и текстовое сообщение информируют водителя о переходе системы в аварийный режим.



677\_040

При неисправности какого-либо амортизатора отключается управление клапанами демпфирования для всех амортизаторов. Неисправность амортизатора не влияет на управление исполнительными механизмами. Об этой неисправности водителю также сообщают жёлтая контрольная лампа и текстовое сообщение на дисплее.



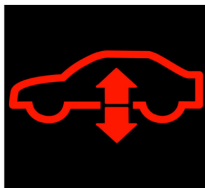
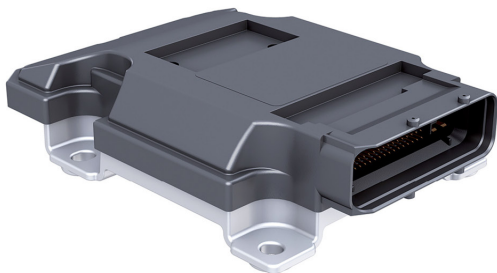
677\_042

При отказе датчика дорожного просвета на клапаны демпфирования также подаётся постоянный по величине ток, а управление исполнительными механизмами отключается. Таким образом на передней и задней осях реализуются большие силы демпфирования. В этом случае для информирования водителя также загорается жёлтая контрольная лампа и отображается текстовое сообщение.



677\_041

В случае неисправности блока управления ходовой части J775, которая приводит к отключению исполнительных механизмов, затрагиваются также пневмоподвеска и регулирование демпфирования, поскольку блок управления участвует в работе и этих систем. Об этом состоянии сигнализирует красная контрольная лампа. Поскольку дальнейшее движение из-за сильно ограниченной устойчивости автомобиля возможно лишь условно, отображается текстовое сообщение с требованием остановить автомобиль.



677\_038

## Объём работ по техническому обслуживанию

В условиях сервиса при необходимости могут быть заменены следующие компоненты:

- › модуль в сборе, состоящий из блока управления, исполнительных механизмов и встроенной панели с разъёмами;
- › жгуты проводов;
- › защитные кожухи исполнительных электродвигателей задней оси.

Оба блока управления системы предотвращения колебаний кузова, управляющие исполнительными механизмами передней и задней осей доступны для диагностики по отдельным адресам:

- › 00D4 — электрическая активная система предотвращения колебаний кузова 1 (передняя ось) J1152;
- › 00D5 — электрическая активная система предотвращения колебаний кузова 2 (задняя ось) J1153.

Для каждого из двух блоков управления предусмотрена базовая установка, которую необходимо выполнить после их замены. При этом значения дорожного просвета автомобиля (измеряемым величинам датчиков дорожного просвета) на четырёх колёсах соотносятся с соответствующими углами поворота исполнительных механизмов (измеряемые величины датчиков положения ротора) и сохраняются в блоках управления.

В ходе базовой установки блока управления ходовой части J775 уже адаптированы значения дорожного просвета автомобиля. При этом измеряемые величины датчиков дорожного просвета соотносятся с фактически измеренными на автомобиле значениями высоты для четырёх колёс.

После произведённых базовых установок блоков управления J1152/J1153 предполагаемые изменения дорожного просвета могут быть пересчитаны блоками управления в необходимые изменения угловых положений исполнительных механизмов или роторов электродвигателей и затем реализованы.



677\_043



### Указание

Внимание! При проведении работ с автомобилем с активной подвеской следует с повышенным вниманием относиться к правилам техники безопасности, изложенным в руководстве по ремонту.

При работе на яме или ножничном подъёмнике должна быть отключена функция подъёма кузова при ДТП. Для этого достаточно выключить зажигание (кл. 15 — выкл.) и один раз открыть дверь водителя. На автомобиле с активной подвеской возможна ситуация, когда в результате работы функции комфортной посадки автомобиль поднимается или опускается при выключенном зажигании. Поэтому данную функцию следует отключить. Как это сделать, описано в руководстве по эксплуатации.

Поскольку исполнительные механизмы работают с напряжением 48 В, их снятие и установку следует проводить только после отключения напряжения. По этой причине следует строго соблюдать порядок действий, описанный в руководстве по ремонту.

### Поведение системы в режиме погрузки

В режиме погрузки регулирование остаётся активным, но отключается функция комфортной посадки. Тем самым предотвращается изменение высоты автомобиля при отпирании/открывании двери. В неблагоприятной ситуации работа этой функции могла бы привести к повреждениям наружных панелей кузова, в частности при разгрузке автомобиля с автовоза.

### Поведение системы в режиме транспортировки

В режиме транспортировки регулирование отключается. Благодаря этому снижается нагрузка на бортовую сеть, поскольку система в процессе регулирования не расходует энергию АКБ.

Все права защищены,  
включая право на технические изменения.

Авторские права:  
**AUDI AG**  
I/VH-53  
service.training@audi.de

**AUDI AG**  
D-85045 Ingolstadt  
По состоянию на 05.2017  
© Перевод ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус»