

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ МНОГОЗВЕННОГО АВТОПОЕЗДА

Д-р. техн. наук, проф. Г. И. ГЛАДОВ, инж. М. П. МАЛИНОВСКИЙ

Рассмотрены различные системы повышения безопасности движения автотранспортных средств, в том числе автопоездов. Указано, что особенностью многих существующих систем является корректирующий характер их действия, то есть они вступают в работу тогда, когда развитие событий достигло критической ситуации. Отмечена тенденция к разработке систем активной безопасности прогнозирующего действия, способных не только корректировать поведения автомобиля (автопоезда) на начальной стадии развития критической ситуации, но и предупреждать возникновение таких ситуаций. Приведены основные факторы, влияющие на работу предупреждающих систем активной безопасности, и указан характер их взаимосвязей на примере движения многозвального автопоезда, что должно послужить основой для разработки алгоритма действия таких систем с использованием предлагаемых способов и комплекса датчиков.

The article says about various systems improving traffic safety of different vehicles, including articulated lorries. It is pointed out that the feature of most existing systems is the correcting nature of their action. In other words, they start working when a situation has become critical. At present there is a tendency to develop active safety systems preventing in nature, which are capable not just to correct behavior of a vehicle (an articulating lorry) at an early stage of critical situation, but to prevent such situations. There are shown basic factors influencing the preventive active safety system action and their interrelation by the example of a multi-trailer lorry motion, which should give occasion to develop a flowchart of such systems using means and sensors complex proposed in this article.

Система повышения устойчивости движения (СПУД) относится к семейству систем активной безопасности (САБ). Применение СПУД направлено на сохранение устойчивости транспортного средства (ТС) в критических и аварийных ситуациях на всех режимах движения: при разгоне, криволинейном движении, торможении.

Задача САБ состоит в принятии мер по предотвращению и снижению тяжести последствий дорожно-транспортного происшествия (ДТП) до момента его наступления.

Первой САБ была антиблокировочная система ABS (Antiblockiersystem) с электронным управлением. В 1978 году фирмой «Bosch» было налажено серийное изготовление ABS для гидравлических тормозных систем, применяемых на легковых автомобилях. С октября ABS стала серийно устанавливаться на «Mercedes-Benz 450SEL», а с ноября — на «BMW» 7-ой серии. В 1981 году корпорация «WABCO» впервые осуществила серийную установку ABS на грузовые автомобили «Mercedes-Benz».

Следующим шагом в развитии САБ стала разработка противобуксовочной системы. В 1986 году «Bosch» наладила серийный выпуск системы контроля тягового усилия TCS (Traction Control System), а «WABCO» запустила в производство ABS с противобуксовочной функцией ASR (Antriebsschlupf-Regelung).

Начиная с 1 октября 1991 года, Директива 71/320 Европейского Экономического Сообщества (ЕЭС) и приложение к Правилам 13 ЕЭК ООН законодательно предписали установку ABS на все грузовые автомобили общей массой более 16 т, на прицепы и полуприцепы полной массой более 10 т, автобусы полной массой свыше 12 т.

Последние два десятилетия постоянно возрастающие плотность и скорости движения вынуждают автопроизводителей совершенствовать существующие и создавать новые САБ для легковых и грузовых ТС. Вслед за ABS и ASR появился целый ряд разработок, предназначенных для повышения устойчивости движения ТС.

В 1995 году «Bosch» разработала электронную программу устойчивости движения ESP (Electronic Stability Program), которая, по сути, стала первой СПУД в истории автомобилестроения. ESP не только предотвращала блокировку колес при торможении и их буксование при разгоне, но и предупреждала занос ТС при повороте путем специфического электронного вмешательства в работу двигателя и тормозной системы.

В 1996 году «WABCO» наладила серийное производство электронно-пневматической тормозной системы EBS (Electronic Brake System) для грузовых автомобилей и тягачей, а в 1998 году — для прицепов и полуприцепов.

В 2000 году «WABCO» разработала электронную систему стабилизации ESC (Electronic Stability Control), которая постоянно следила за текущим состоянием ТС и автоматически вмешивалась в управление в тех ситуациях, когда устойчивость ТС находилась в критической зоне, причем не только при торможении, но и во время маневрирования, особенно, при резком перестроении на скользком покрытии. Модуль управления ESC был напрямую связан с центральным модулем EBS. Показания снимались с датчиков частоты вращения колес, датчика поворота рулевого колеса (для контроля действий водителя), датчика поперечного ускорения (для отслеживания поведения самого ТС при повороте) и датчика угловой скорости рыскания. ESC активизировалась при достижении или превышении контролируемыми величинами заданных значений, вне зависимости от действий водителя. Работа системы заключалась в том, что она контролировала каждое колесо автопоезда и в случае необходимости подтормаживала одно из них, одновременно управляя двигателем в соответствии с ситуацией. Благодаря этому значительно снижалась вероятность возникновения неуправляемого заноса при резкой смене ряда, а также во время прохождения плавных, но затяжных поворотов.

Второй разработкой «WABCO» в 2000 году была противоопрокидывающая функция RSS (Roll Stability Support), которая служила для предотвращения опрокидывания автопоезда вследствие высоких боковых ускорений, возникающих, например, при объезде неожиданно возникшего препятствия или в крутых поворотах с непредсказуемым радиусом. Функция RSS заключалась во вспомогательном притормаживании в случае возникновения потенциальной возможности опрокидывания автопоезда. При этом никаких дополнительных элементов не требовалось, достаточно было установить датчики оборотов колес на одну из осей полуприцепа, а сама функция RSS была встроена в электронный блок EBS.

В 2004 году компания «Кнопг-Времсе» продемонстрировала миру полуприцеп, оснащенный электронной тормозной системой для прицепов TEBS (Trailer Electronic Brake System). Модуль управления TEBS получает информацию от датчиков и выполняет пневматическое управление, обеспечивая в процессе торможения антиблокировочные функции и контроль за нагрузкой на каждое колесо. Объединение этих функций в одном блоке дает возможность более точно управлять тормозной силой, улучшая совместимость тормозных свойств тягача и прицепа, уменьшая износ тормозных механизмов. Одной из особенностей TEBS являлась программа поперечной устойчивости RSP (Roll Stability Program). Грузеный прицеп может иметь очень высокий центр тяжести, и при маневрировании на высокой скорости всегда существует опасность его опрокидывания. RSP, управляя тормозным давлением на выбранных ею колесах прицепа, помогает избежать этого. По величине боковой силы на колесах программа определяет момент наступления потери поперечной

устойчивости и начинает автоматически управлять торможением путем периодического срабатывания тормозных механизмов до тех пор, пока скорость автопоезда не снизится до безопасного уровня.

Общей особенностью всех перечисленных выше систем является строго выраженный корректирующий характер их действия, т. е. электроника вступает в работу в тот момент, когда развитие событий дошло до критической ситуации. В настоящее время складывается тенденция к разработке САБ прогнозирующего действия, которые способны не только корректировать поведение автопоезда на начальной стадии развития критической ситуации (в том числе вследствие совершенных водителем ошибок), но и по возможности предупреждать возникновение таких ситуаций.

В качестве примера САБ предупреждающего действия можно назвать разработанную в 2002 году корпорацией «Toyota Motor» систему для предотвращения столкновения PCS (Pre-Crash System). Принцип ее действия заключается в следующем. Спереди на ТС устанавливаются датчики расстояния до объектов (pre-crash sensors). Объектом может быть как неподвижное препятствие на пути, так и движущийся впереди автомобиль. Кроме того, электронный блок управления PCS снимает данные о текущем состоянии ТС, включая воздействие водителя на органы управления, работу двигателя и тормозной системы. При сокращении дистанции до объекта, находящегося по курсу движения ТС, система сигнализирует водителю о нарастающей опасности возникновения ДТП. Сравнивая скорость ТС с интенсивностью сокращения дистанции до опасного объекта, система в определенный момент начинает подтормаживать. Если водитель по-прежнему не реагирует, PCS принимает решение о неизбежности столкновения и посылает сигнал на электронный блок тормозной системы о необходимости произвести аварийную остановку ТС. В последнее время разработана такая же система для обнаружения объектов, находящихся непосредственно сзади автомобиля.

С 2003 года на легковых автомобилях «Mercedes-Benz» S-класса серийно устанавливается система превентивной безопасности Pre-Safe. Она не только распознает неизбежность столкновения и автоматически снижает скорость ТС, но и принимает ряд дополнительных мер по снижению тяжести последствий ДТП: установка кресел в оптимальное положение, предварительное натяжение ремней безопасности, закрытие всех окон и люков в салоне, включение аварийной сигнализации. Можно сказать, что в данном случае имеет место «перетекания» пассивной безопасности в активную.

Исследования, проведенные в России, привели к созданию информативной системой сигнализации торможения (ИССТ). Она состоит из трех основных элементов: информативного сигнала торможения (ИСТ) с индикатором замедления, блока автоматического и ручного включения аварийной сигнализации, элементов коммутации ИСТ с радиолокатором контроля дистанции. Система включает стоп-сигналы до создания аварийной ситуации, а при ускорениях более $1,5 \dots 2 g$ автоматически включает систему аварийной сигнализации, снижая тем самым риск возникновения цепной реакции после ДТП [1].

Немаловажным фактором для сохранения курсовой устойчивости является давление в шинах каждого из колес ТС. По данным Национальной администрации США по безопасности на транспорте (NHTSA) в течение года от 6 до 10 тысяч ДТП происходят именно из-за шин. Кроме того, при снижении давления в шине всего на 10% от рекомендованного расход топлива возрастает в среднем на 4%, а срок службы резины сокращается на 30% [2]. С ноября 2003 года все новые автомобили в США должны оборудоваться системой мониторинга давления в шинах TPMS (Tire Pressure Monitoring System). NHTSA подготовила закон о сигнальных устройствах, которые должны сообщать водителю об изменении давления в шинах. Первая редакция этого закона не содержала требования о

непосредственной установке мониторов в колесах. Возникли опасения, что для решения этой проблемы автопроизводители выберут наименее удобный путь, а именно: откажутся от установки дорогостоящих мониторов прямого (Direct TPMS) контроля и попытаются наладить производство систем непрямого замера давления (Indirect TPMS). Принцип действия последних основывается на том, что при падении давления в шинах меняется радиус колеса и можно обнаружить неисправность, сопоставив данные о скорости машины и оборотах колес. Однако это не являлось бы прямым контролем за давлением в шинах. К тому же такой принцип действия не учитывает температуру в шине и не работает должным образом в определенных условиях:

- при неравномерном износе протектора;
- при буксовании колес;
- при использовании цепей противоскольжения;
- если в ходе тарировки в шинах уже было неправильное давление;
- если колеса заменили или поменяли местами без перенастройки системы;
- когда спущены одновременно два колеса и более [3].

В связи с этим NHTSA подготовила новую редакцию закона, согласно которой контроль за давлением должен осуществляться датчиками непосредственно на каждом колесе. Производители шин ничего не имели против прямого мониторинга их изделий в процессе эксплуатации и были готовы технологически поддержать это начинание [4].

TPMS вошли в обиход в первой половине 90-х годов. Тогда же появились технологические возможности для создания компактных и экономичных датчиков давления, оснащенных передатчиком. Для получения информации в обод каждого колеса ТС встраивается датчик, который измеряет давление и температуру, а затем отправляет эту информацию через компактный передатчик, работающий на частоте в несколько сотен мегагерц (так что никаких помех для телефонов или радио нет). В целях экономии энергии (система работает от батареек) передача происходит только при движении автомобиля и только в том случае, если давление отличается от заданного. Приемник собирает показания от всех датчиков и передает информацию водителю. Самый простой сигнал тревоги — включение светодиода и звукового сигнала. Более сложные устройства могут отображать на дисплее картинку с указанием точного давления в шинах в данный момент [2]. А если совместить TPMS с системой регулирования давления воздуха в шинах (СРДВШ), получится комплексное устройство, позволяющее не только контролировать давление воздуха в шине каждого колеса, но и управлять им. Такое устройство также можно отнести к САБ.

СПУД представляет собой комплекс, который включает целый ряд различных САБ, а именно:

- антиблокировочную систему (АБС);
- противобуксовочную систему (ПБС);
- систему поперечной стабилизации (СПС);
- систему контроля и регулирования давления воздуха в шинах (СКРДВШ);
- систему радиолокационного сканирования полосы движения (СРЛСПД);
- систему управления подвеской (СУП).

Необходимость создания СПУД продиктована сложившейся на дорогах мира ситуацией. По статистике самые распространенные ДТП, следствием которых становятся травма или гибель водителя грузовика, — это уход машины с трассы при повороте (35%), попутное столкновение магистральных автопоездов (20%) и опрокидывание набок при повороте (12%). От общего числа ДТП подобные аварии составляют 6% [5, 6].

К современной СПУД предъявляются следующие основные требования.

1. СПУД должна снижать вероятность возникновения ДТП и обеспечивать сохранение устойчивости движения ТС путем прогнозирования его поведения и рационализации воздействия на комплекс его систем управления. При этом коэффициент сцепления изменяется от 0,05 до 1,0 и может быть различным под каждым колесом ТС, скорость движения достигает максимальных значений, полезная нагрузка меняется от нуля до максимума, а воздействие водителя на органы управления может быть неадекватным для данной ситуации.

2. СПУД не должна препятствовать нормальной работе традиционных систем управления (ТСУ). В случае отказа электроники водитель должен иметь возможность продолжить движение за счет ТСУ с установленными для них эффективностью и уровнем безопасности.

3. СПУД должна обладать удобным и доступным интерфейсом настройки, а также системой сигнализации, сообщающей водителю о неисправностях или отказе СПУД.

4. Электронные блоки управления (ЭБУ) должны снабжаться блоками автономного или бесперебойного питания, чтобы СПУД сохраняла дееспособность в течение некоторого времени при отказе или отсоединении основного аккумулятора. Выполнение данного требования ведет к одному важному преимуществу: в случае отрыва от тягача прицепное звено при автоматическом срабатывании тормозной системы останется на своей полосе движения благодаря продолжающим работать ЭБУ СПУД.

5. Чтобы ABS не препятствовала остановке ТС, нижний предел ее срабатывания по скорости должен быть ограничен 3...5 км/ч.

6. Диапазон рабочих температур электронных компонентов СПУД должен находиться в пределах — 40...+ 50 °С.

При разработке алгоритма действия СПУД применительно к многосвязному автопоезду необходимо учитывать обширный комплекс взаимодействующих факторов и параметров, влияющих в той или иной степени на устойчивость движения. Необходимо пояснить, что под многосвязным автопоездом здесь понимается любое грузовое ТС, состоящее из двух и более звеньев. На рис.1 представлена общая схема взаимосвязи основных факторов (водитель, груз, дорога) и систем ТС (двигатель, трансмиссия, ходовая часть). Рассмотрим эти взаимосвязи подробнее.

Главным фактором, влияющим на безопасность дорожного движения, бесспорно, является человеческий фактор. Поведение водителя за рулем зависит от ряда условий, среди которых можно выделить несколько групп:

— объективные условия — видимость, дорожно-транспортная ситуация (ДТС);

— психофизиологические особенности — зрение, слух, реакция, черты характера.

Нередко причиной ДТП становятся переоценка водителем уровня собственного мастерства, неумение правильно оценить степень опасности в данных погодных условиях и в данной дорожной ситуации или такая особенность характера, как эгоцентризм, выражающийся в нежелании взглянуть на дорожную обстановку глазами других участников движения, преднамеренном превышении скорости, несоблюдении правил дорожного этикета, выполнении опасных маневров;

— субъективные условия — эмоциональное состояние, степень утомления. Центр подготовки по вопросам безопасности Нью-Йоркского университета провел исследование, в результате которого был сделан вывод, что почти в 50 процентах случаев главными или способствующими причинами ДТП являются усталость, эмоциональный стресс, спешка водителей. Часто в качестве причин ДТП называют невнимательность, неосторожность, рассеянность, недостаточное профессиональное мастерство, однако нередко все это является следствием переутомления [7].

Между прочим, техническое состояние ТС также зависит от человеческого фактора — от уровня профессиональной подготовки и добросовестности механиков, проводивших

техническое обслуживание. Однако очевидно, что решение проблемы профессионализма механиков выходит далеко за рамки компетенции СПУД.

Вторым фактором, влияющим на устойчивость, является груз. Ниже перечисляются некоторые параметры воздействия груза на несущую систему (НС) звена автопоезда:

- величина полезной нагрузки;
- развесовка по осям;
- высота центра масс;
- центр парусности;
- схема крепления груза.

Дорога — третий фактор — действует на ТС посредством ходовой части, точнее — через шины колес. Основные параметры дороги:

- коэффициент сцепления и его однородность под разными колесами автопоезда;
- микропрофиль дороги (неровности с большой амплитудой могут вызвать отрыв колеса от поверхности);
- макропрофиль дороги (крутые спуски предъявляют особые требования к тормозной системе).

Водитель воздействует на двигатель (ДВС), сцепление, коробку передач (КП), раздаточную коробку (РК), дифференциалы, рулевое управление (РУ) и тормозной привод (ТП), а также настраивает СПУД с помощью ЭБУ тягача.

ДВС через трансмиссию (сцепление, КП, РК и дифференциалы) передает крутящий момент на ступицы ведущих колес, а также является источником энергии для системы активизации колес (САК) одного из прицепных звеньев.

Кроме того, на рис. 1 не отображены некоторые обратные связи (ОС):

- от ступиц ведущих колес к ДВС;
- от РУ к водителю (т.н. «чувство дороги»);
- влияние НС на груз.

Ускорения, прилагаемые к грузу, зависят от динамического воздействия дороги через подвеску (иногда груз даже специально поддрессоривают), кручения рамы, схемы крепления груза и др.

ЭБУ тягача, помимо всего прочего, обменивается информацией с ЭБУ прицепных звеньев, анализирует ее и специфическим образом вмешивается в управление системами всего автопоезда, причем системам каждого конкретного прицепного звена команды отдаются посредством ЭБУ, установленного на нем.

С ЭБУ прицепных звеньев ЭБУ тягача связан через соединительные блоки — коммутаторы, назначение которых заключается в следующем:

- отслеживать наличие других звеньев позади того прицепного звена, на котором установлен данный коммутатор;
- обеспечивать параллельное подключение ЭБУ прицепных звеньев, что необходимо для повышения надежности СПУД. Если на одном из звеньев ЭБУ выйдет из строя, остальные продолжат функционировать.

Каждый ЭБУ отвечает за функции ABS, ПБС, СПС, СУП и СКРДВШ того звена, на котором он установлен. Стоит особо подчеркнуть, что ЭБУ может влиять на тормозной механизм (ТМ) каждого колеса, а водитель — только на тормозной привод автопоезда в целом.

На рис. 2 представлен перечень датчиков, необходимых для полноценной работы СПУД. Входные данные ЭБУ — параметры, фиксируемые датчиками, а также получаемые путем дифференцирования или интегрирования других параметров по времени, — сведены в таблицу.

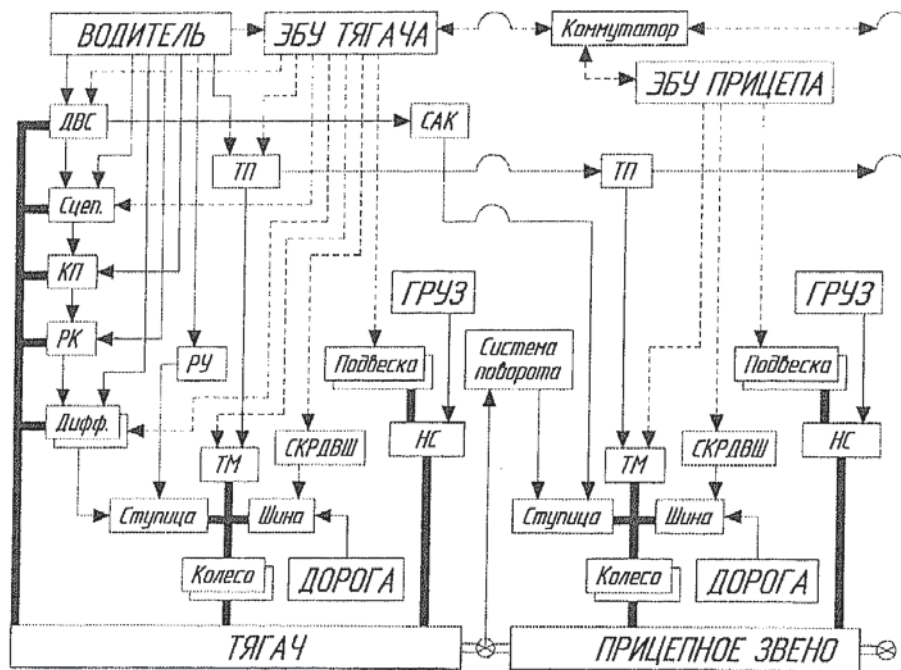


Рис.1. Комплекс управляющих воздействий

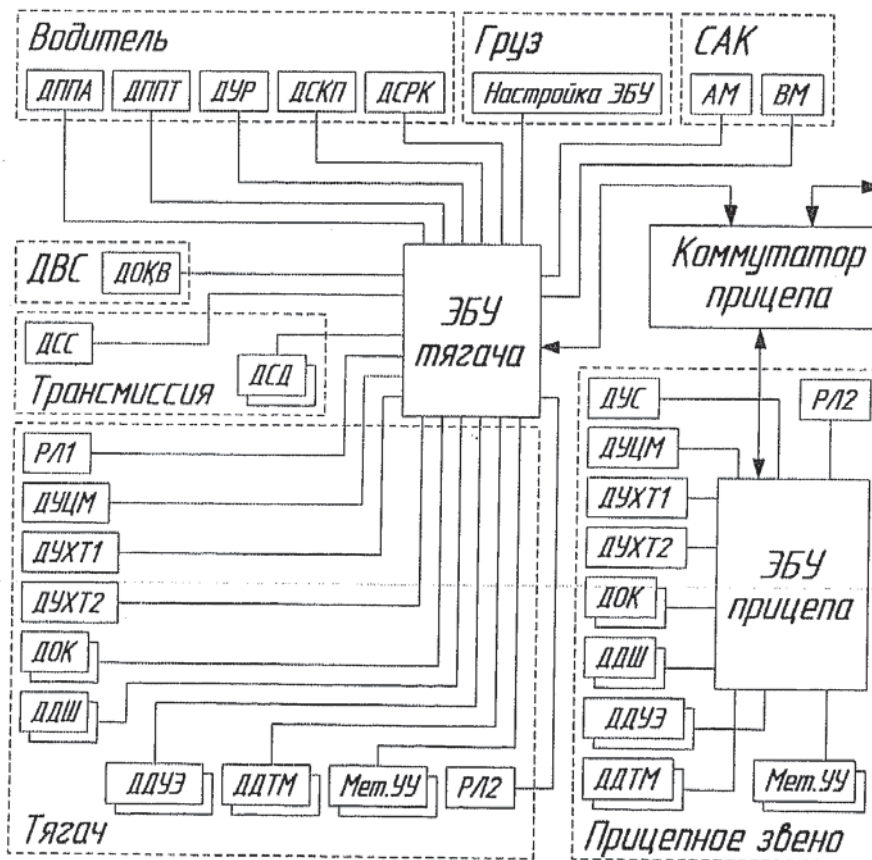


Рис.2. Датчики СПУД

Для надежной работы СПУД точное значение угла увода на каждом колесе автопоезда в любой момент времени не требуется. Тем не менее, при разработке алгоритма нельзя не учитывать явление увода эластичной шины. Существует множество различных методов определения угла увода. Впрочем, выбор наиболее оптимального из них выходит за рамки настоящей статьи.

Таблица

Входные параметры ЭБУ и средства их определения

Датчик		Параметр	
тягач			
РЛ1	передний радиолокатор	дистанция до объекта спереди	E_V
		скорость сокращения дистанции до объекта спереди	E_V'
ДППА	датчик положения педали подачи топлива	положение педали подачи топлива	P_F
		резкость нажатия на педаль подачи топлива	P_F'
ДПТТ	датчик положения педали тормоза	положение педали тормоза	P_R
		резкость нажатия на педаль тормоза	P_R'
ДУР	датчик поворота рулевого колеса	угол поворота рулевого колеса	W_{LR}
		скорость вращения рулевого колеса	W_{LR}'
ДСС	датчик состояния сцепления	выключение сцепления	Z_K
ДСКП	датчик состояния коробки передач	передача в коробке передач	S_K
ДСРК	датчик состояния раздаточной коробки	передача в раздаточной коробке	S_V
ДСД	датчик состояния дифференциала	блокировка дифференциала	Z_{D-N}
ДОКВ	датчик оборотов коленчатого вала	частота вращения коленчатого вала	U_M
ДУХТ1	датчик ускорения передней характерной точки	поперечное ускорение передней характерной точки	B_{V-1}
ДУЦМ	датчик ускорения центра масс	поперечное ускорение центра масс	B_{MQ-1}
		продольное ускорение центра масс	B_{ML-1}
		фактическая скорость тягача	$\sqrt{B_{ML-1}}$
ДУХТ2	датчик ускорения задней характерной точки	поперечное ускорение задней характерной точки	B_{H-1}
ДОК	датчик оборотов колеса	частота вращения колеса	U_{R-1AS}
		угловое ускорение колеса	U_{R-1AS}'
ДДШ	датчик давления воздуха в шине	давление воздуха в шине	D_{R-1AS}
ДДУЭ	датчик давления воздуха в ПГУЭ	давление воздуха в ПГУЭ	D_{F-1AS}
ДДТМ	датчик давления воздуха в ТМ	тормозное усилие	K_{B-1AS}

Продолжение таблицы

Датчик		Параметр	
Мет.УУ	метод определения угла увода	угол увода колеса	W_{L-1AS}
РЛ2	задний радиолокатор	дистанция до объекта сзади (при $G_{\max}=1$)	E_H
		скорость сокращения дистанции до объекта сзади	$E_{H'}$
АМ	амперметр САК	сила тока в САК	A
ВМ	вольтметр САК	напряжение в САК	V
прицепное звено			
ДУС	датчик угла складывания	угол складывания между передним и данным звеньями	W_K
ДУХТ1	датчик ускорения передней характерной точки	поперечное ускорение передней характерной точки	B_{V-G}
ДУЦМ	датчик ускорения центра масс	поперечное ускорение центра масс	B_{MQ-G}
		продольное ускорение центра масс	B_{ML-G}
		фактическая скорость звена	$ B_{ML-G} $
ДУХТ2	датчик ускорения задней характерной точки	поперечное ускорение задней характерной точки	B_{II-G}
ДОК	датчик оборотов колеса	частота вращения колеса	U_{R-GAS}
		угловое ускорение колеса	U_{R-GAS}
ДДШ	датчик давления воздуха в шине	давление воздуха в шине	D_{R-GAS}
ДДУЭ	датчик давления воздуха в ПГУЭ	давление воздуха в ПГУЭ	D_{F-GAS}
ДДТМ	датчик давления воздуха в ТМ	тормозное усилие	K_{B-GAS}
Мет.УУ	метод определения угла увода	угол увода колеса	W_{L-GAS}
РЛ2	задний радиолокатор	дистанция до объекта сзади (при $G_{\max}>1$)	E_{II}
		скорость сокращения дистанции до объекта сзади	$E_{H'}$

Обозначения в индексах: G — номер звена автопоезда; A — номер оси данного звена; S — борт (R и L — правый и левый соответственно); N — условный порядковый номер дифференциала.

РЛ2 установлены на каждом звене, включая тягач — на случай, если ему придется ехать в одиночку ($G_{\max}=1$). При наличии прицепных звеньев ($G_{\max}>1$) ЭБУ тягача учитывает показания только того РЛ2, который установлен на самом последнем звене.

Влияние груза учитывается, главным образом, через настройку ЭБУ водителем, а также через изменение давления в пневмогидравлических упругих элементах (ПГУЭ). Для учета распределения веса груза по осям в пневматическом тормозном приводе автопоезда предусмотрены регуляторы тормозных сил (РТС), управляемые именно от ПГУЭ.

Возможно, связь между дистанцией до внешних объектов — подвижных или неподвижных — и устойчивостью движения кому-то покажется неочевидной. Интенсивность

торможения напрямую зависит от этого расстояния, а при аварийном торможении и возникает наибольшая опасность потери курсовой устойчивости.

Параметры, учитываемые СПУД, можно классифицировать следующим образом: а) относительно постоянные — неизменные в рамках данного эксперимента (полезная нагрузка); б) условно постоянные — способные измениться в непредсказуемый момент (давление воздуха в шинах); в) переменные — изменяющиеся дискретно и регулируемые водителем (передача в КП и РК, блокировка дифференциалов); г) мгновенные — изменяющиеся непрерывно и зависящие как от водителя, так и от нерегулируемых условий (обороты коленчатого вала ДВС, все ускорения, все углы, все усилия); д) независимые — не поддающиеся ни прогнозированию, ни регулированию (коэффициент сцепления, профиль дороги, видимость, дистанция до внешних объектов).

ЭБУ тягача и прицепных звеньев постоянно обрабатывают получаемые от датчиков входные данные, преобразовывая их в информацию о состоянии автопоезда и действиях водителя, и вырабатывают управляющие сигналы (рис. 3) в соответствии с алгоритмом.

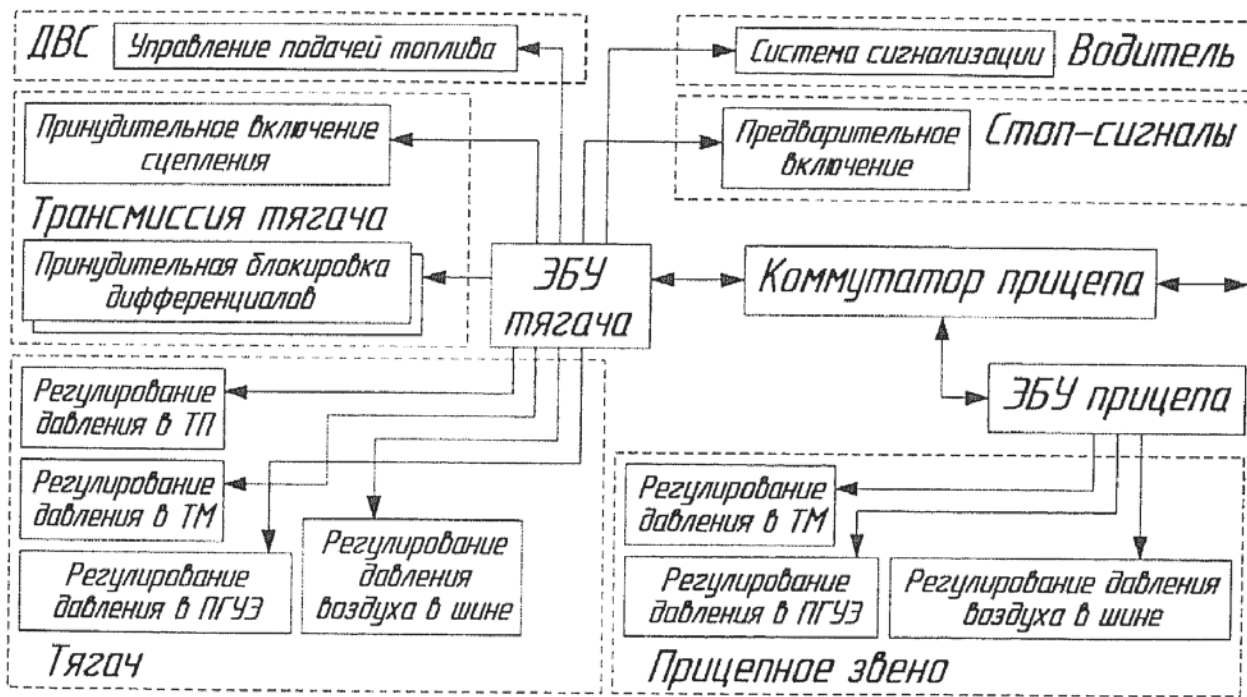


Рис.3. Управляющие сигналы от ЭБУ

Принудительное включение механического сцепления потребует определенных изменений его конструкции. Однако в последнее время все более широкое применение на магистральных тягачах получает пневматический привод сцепления, который без проблем позволяет реализовать данную функцию. Кстати, с помощью датчика состояния сцепления можно отслеживать степень износа его фрикционных дисков.

Алгоритм действия СПУД включает три основных этапа.

1. Определение — преобразование сигналов от датчиков в информацию о текущем состоянии автопоезда и действиях водителя.
2. Оценка — анализ входных параметров и сравнение их текущих значений с пороговыми и критическими значениями.

3. Оптимизация — совершенствование параметров движения путем специфического воздействия на системы автопоезда.

Рассматриваемую модель можно применить не только к магистральным автопоездам, но и к специальным транспортным средствам (СТС), поскольку она учитывает многие особенности последних: многосвязность; многоосность; наличие САК; недостаточное быстродействие пневматического тормозного привода; большегрузность (при этом СПУД позволяет автоматически регулировать тормозное усилие в зависимости от степени загрузки и достигать требуемого замедления автопоезда при любых значениях полезной нагрузки — от нулевого до максимального); особые требования по безопасности, предъявляемые к транспортировке спецгрузов.

Применение СПУД — один из наиболее эффективных и надежных способов ограничить по условиям устойчивости и управляемости не только продольное замедление при торможении, но и продольное ускорение при разгоне, и боковые ускорения при маневрировании.

Необходимость установки подобной системы на СТС возникла в связи с возросшими скоростями перевозки спецгрузов (до 60...70 км/ч), а также с ужесточением требований по безопасности и сохранению устойчивости движения, соответствовать которым без электроники становится практически невозможно.

Основная задача, которую можно решить созданием систем, подобных СПУД, можно сформулировать следующим образом: повышение безопасности людей, управляющих транспортным средством и находящихся в непосредственной близости от него, а также обеспечение сохранности перевозимых грузов путем уменьшения влияния человеческого (субъективного) фактора на процесс управления транспортным средством. Главным образом, это касается совершения водителем ошибочных или умышленно опасных действий при управлении (превышение скоростного режима, неправильный выбор дистанции, неадекватное воздействие на органы управления). Поскольку пытаться воздействовать на человеческий фактор практически бессмысленно, по-видимому, эту проблему эффективнее рассматривать с технической стороны.

Альянс СПУД с радиолокационным мониторингом полосы движения — всего лишь шаг на пути к созданию полноценных автоматизированных систем управления (АСУ) автомобилем. Вероятно, следующим этапом развития станет обеспечение контроля бокового интервала, что особенно важно для автопоездов и автобусов. Далее — создание системы пространственного ориентирования (СПО) и объединение ее с автоматизированной системой управления двигателем (АСУД), что, в конечном итоге, приведет к образованию единого комплекса, позволяющего более чем на половину снизить влияние водителя на управление транспортным средством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов В. Н., Новаковский Л. Г. Стоп-сигналы // Журнал ассоциации автомобильных инженеров. — №1 (30). — 2005. — С. 34–36.
2. Как работает система контроля давления в шинах // AutoCityChannel.com: <http://www.autocitychannel.com/news/s15236.html> — 24.08.2006.
3. В e a n a r d G. Tire pressure monitoring systems // Brake & Front End. — №10. — 2004: <http://www.babcox.com/editorial/bf/bf100472.htm> — 10.05.2007.
4. Подготовлен закон «о спущенных покрышках» // АвтоРынок: <http://www.avtorinok.ru/news/news.php?id=65> — 24.08.2006.
5. К л ю ш к и н Г. Г. Безопасность по-европейски // Национальное агентство промышленной информации: <http://www.narinfo.ru/?id=145> — 22.08.2006.
6. Статистика дорожных транспортных происшествий // OREN.RU, Новости Оренбурга, Первый региональный: <http://www.oren.ru/news/avto/70137.html> — 22.08.2006.
7. П и н т А. А. Самоучитель безопасной езды. — М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. — 184 с.