УДК 629.3

© С. А. Касай, адъюнкт

© А. А. Третьяков, профессор

(Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева МО РФ в г. Омске)

E-mail: sergejkasaj@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-6-299-304

© S. A. Kasaj, adjunct

© A. A. Tretyakov, Professor

(Branch of the military academy of material and technical support named after general of the army A. V. Khrulev MD RF in Omsk)

E-mail: sergejkasaj@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БОРТОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

COMPARATIVE ANALYSIS OF ON-BOARD ELECTRONIC CONTROL SYSTEMS ON TRUCKS OF DOMESTIC AND FOREIGN PRODUCTION

Проведен сравнительный анализ современных бортовых электронных систем управления, применяемых на грузовых автомобилях отечественного и зарубежного производства. Показаны перспективные отечественные разработки бортовых электронных систем управления, являющиеся актуальными в повышении безопасности на дорогах общего пользования.

Ключевые слова: бортовые электронные системы управления, система водитель–автомобиль–дорога, обеспечение безопасности движения, электронная система общего управления, контроля и диагностики, система контроля давления в шинах, система слежения за дорожной разметкой.

The article presents a comparative analysis of modern on-board electronic control systems used in trucks of domestic and foreign production. Promising domestic developments of on-board electronic control systems, which are relevant in improving safety on public roads, are discussed.

Keywords: on-board electronic control systems; driver-vehicle-road system; traffic safety provision; electronic system of general management, monitoring and diagnostics; tire pressure monitoring system; road marking tracking system.

Современный отечественный автомобильный транспорт страны осуществляет перевозку более 80 % грузов. В связи с этим возникает проблема — повышение безопасности перевозимых автомобильными транспортными средствами (АТС) грузов по дорогам общего пользования [1].

Для повышения эффективности эксплуатации АТС применяют современные автоматические бортовые электронные системы управления (БЭСУ), позволяющие в режиме реального времени осуществлять контроль, передачу и обработку поступающих данных с различных систем, узлов и агрегатов. Использование этих систем способствует обеспечению безопасности движения: проходимости; снижению токсичности и шумности; повышению топливной экономичности; улучшению тягово-скоростных и тормозных свойств; управляемости и устойчивости; про-

стоте технического обслуживания, что в свою очередь сказывается на рациональном выборе режима движения АТС при эксплуатации.

Однако в процессе функционирования системы водитель–автомобиль–дорога существует проблема адекватной оценки водителем дорожной обстановки при выборе скоростного режима движения. На практике эту проблему решают путем повышения квалификации водителя [2, 3].

Разнообразные вычислительные устройства успешно используются практически во всех технически сложных изделиях в целях упрощения организации интерфейса пользователя, реализации сложных алгоритмов работы и т. п. В этом смысле не являются исключением изделия транспортных отраслей: автомобильной, железнодорожной, аэрокосмической, морской и других. Современные образцы оказываются

насыщенными различными вычислительными устройствами, в том числе объединенными в единый комплекс. Подобное объединение вычислительных устройств отдельного объекта в программно-аппаратный комплекс часто называют бортовой информационно-управляющей системой (БИУС) [4].

Бортовые электронные системы управления АТС — конструктивно выделенные и функционально объединенные части электронного оснащения разной степени сложности и интеграции функций, предназначенные для автоматического управления, контроля, передачи и поступающей информации. Как считает Елистратов В. В. [5], электронные системы могут быть приспособлены для взаимодействия между собой и с внешними электронными системами либо для автономного независимого функционирования.

А. М. Щербин в работе [6] говорит о том, что индикаторы приборной панели информируют лишь о грубом выходе важнейших параметров за пределы допуска при выраженных нарушениях, препятствующих продолжению эксплуатации АТС. Эту же функцию выполняют БИУС, применяемые в конструкциях ряда АТС специального назначения.

Обеспечение безопасного управления АТС при движении на дорогах общего пользования, а также безопасности всех участников дорожного движения возможно при использовании различных современных электронных систем (ЭС), таких как распознавание дорожных знаков и дорожной разметки, управление скоростным режимом автомобиля, контроль давления воздуха в шинах, управление трансмиссией, что напрямую или косвенно влияет на безопасное управление АТС. Это зависит не только от оптимального состава БЭСУ, но и от определенного функционального назначения.

Электроника АТС охватывает комплексное научно-техническое направление, связанное с проектированием, производством и эксплуатацией автомобильных электронных систем [7, 8]. За последние десятилетия автомобильная электроника совершила большой технологический скачок: от ламповых автомобильных радиоприемников до интегральных микросхем на полупроводниковых элементах. Б. А. Данов констатирует, что сейчас нигде в мире не выпускают АТС,

не оборудованные электронными приборами. Основные из них — регуляторы напряжения, устройства управления трансмиссией, впрыском топлива, тормозной системой, рулевым управлением, подвеской [9].

К автомобильной электронике предъявляются высокие требования. Это связано в первую очередь с применением ее в различных климатических условиях: изменение температур от -60 до $+150$ °С, высокая влажность; вибрации с максимальным ускорением до 50 g в широком спектре частот; импульсы напряжения до 400 В ; изменение напряжения питания с 8 до $15,5\text{ В}$ при 112 -вольтовом источнике электроэнергии; грязь, вода и др.¹

Принципиальная схема устройств системы автоматизации обработки сигналов с датчиков ЭБУ управляет через исполнительные механизмы (реле, соленоиды, электродвигатели) объектом (рис. 1) [10].

В настоящее время в качестве физической среды передачи информации в БЭСУ наиболее широко используется CAN [10, 11]. Это обусловлено фактическим доминированием в настоящее время данного стандарта промышленной сети в автомобильной технике, в том числе и военной [12]. Основными достоинствами системы CAN являются отлаженность стандарта, возможности выбора физической среды для передачи данных, развитая аппаратная поддержка, а также обработка ошибок, высокая надежность, поддержка режима реального времени, ориентирование на распределенные системы управления [10].

Оптимизация рабочего места водителя в автомобиле способствует улучшению оценки водителем дорожной обстановки при движении АТС на дорогах общего пользования.

Сравним грузовые АТС отечественного производства КамАЗ и УРАЛ и иностранного производства MAN и Scania. Данные транспортные средства (ТС) имеют широкий круг применения: от использования в гражданской отрасли до применения в вооруженных силах (ВС) в виде различных тягачей. Поэтому в зависимости от назначения к ним предъявляются определенные эксплуатационные требования. Одно из главных требований к эксплуатации АТС — управление

¹ Автомобильный справочник BOSCH: пер. с англ. М.: За рулем, 2004. 991 с.

Рис. 1. Принципиальная схема устройств систем автоматизации

движением, а именно выбор оптимального скоростного режима. И здесь, бесспорно, лидирующую роль занимают АТС иностранного производства.

Первыми БЭСУ двигателем, способными обеспечить его оптимальную работу за счет управления впрыском топлива, производители MAN и Scania стали оснащать с 80-х гг. XX века.

В дальнейшем АТС стали оборудоваться различными БЭСУ трансмиссией для повышения экономичности и управляемости, управлением ходовой частью, а именно изменения траектории, торможения и управления процессами движения автомобиля, а также с возможностью самостоятельно производить как внутреннюю самодиагностику, так и внешнюю диагностику систем автомобиля [9].

Важную роль в обеспечении безопасности движения ТС по дорогам общего пользования играет система автоматического контроля давления воздуха в шинах. И если возвращаться к АТС, указанным выше, то автомобили MAN и Scania также давно оснащаются данной системой контроля давления воздуха в шинах. Представленная система IVTM (Integrated Vehicle Tire Pressure Monitoring) является встроенной системой контроля давления в шинах, препятствующая разрыву шин [13]. Система постоянно контролирует датчиками давление в шинах всех колес. О том, что давление находится на критически низком уровне, водитель своевременно получает предупреждение через дисплей в кабине тягача. Около 85 % всех проколов происходит из-за неправильного давления или из-за посте-

пенного снижения давления, когда АТС движется и благодаря IVTM снижается риск разрыва шины до 15 % (рис. 2).

Специалистами компании MAN Truck & Bus разработаны новейшие решения, ориентированные на подготовку водителей-профессионалов к различным дорожным ситуациям. Кроме того, специалистами разработаны электронные вспомогательные системы, поддерживающие водителя в повседневных и сложных ситуациях. Основные системы безопасности грузового автомобиля представлены в таблице [14].

Что касается вышеуказанных отечественных автомобилей, то в оснащении БЭСУ они сильно уступают. Однако в настоящее время ОАО «КамАЗ» активно работает в этом направлении, что подтверждено выпуском нового шоссейного автомобиля КамАЗ-5490. Также ОАО «КамАЗ» ведет работы по разработке интеллектуальных систем автомобилей КамАЗ с проектом ОАО «КамАЗ» «Умный» автомобиль КамАЗ-2020 (рис. 3) [15].

Таким образом, в настоящее время применяемые БЭСУ на современных грузовых АТС подтверждают высокую эффективность работы. Однако внедрение современных систем, обеспечивающих безопасность в АТС, повышает его стоимость, но в то же время способствует снижению затрат при эксплуатации, пусть даже и несущественно [16].

Рис. 2. Диаграмма главных причин поломок ТС

Основные системы безопасности грузового автомобиля

№ п/п	Наименование системы	Выполняемые функции
1	Адаптивный круиз-контроль (ACC)	Автоматически устанавливает дистанцию до идущего впереди транспортного средства, предотвращая таким образом опасность столкновений
2	Система непрерывной регулировки жесткости амортизаторов (CDC)	Рассчитывает необходимую жесткость в зависимости от загрузки автомобиля и состояния дорожного покрытия, при торможении и разгоне, на поворотах и при движении по горным дорогам
3	Электронная система курсовой устойчивости	Система постоянно отслеживает состояние движущегося автомобиля и автоматически вмешивается в работу системы управления двигателем и тормозной системы при угрозе заноса или опрокидывания
4	Многофункциональное рулевое колесо	Водитель, не отпуская рулевое колесо, может управлять ACC, а также радиоприемником/CD-плеером
5	Система контроля давления в шинах	При падении давления в шине до минимально допустимого значения контрольная лампа предупреждает водителя об этом критическом состоянии
6	Система слежения за дорожной разметкой	Расположенная за лобовым стеклом видеокамера наблюдает за положением транспортного средства по отношению к линиям дорожной разметки. Если грузовой автомобиль пересекает одну из линий разметки без включения соответствующего указателя поворота, водитель получает звуковое предупреждение
7	Интеллектуальная система MAN BrakeMatic	Обеспечивает уверенное торможение с электронной тормозной системой (EBS), антиблокировочной системой (ABS) и мощными дисковыми тормозами на всех колесах
8	Коробка передач MAN TipMatic	Обеспечивает наименьший расход топлива при своевременном переключении передач

Рис. 3 «Умный» автомобиль КамАЗ-2020

Выводы

В работе представлен сравнительный анализ применяемых БЭСУ на современных грузовых АТС отечественного и иностранного производства. Главные подходы в разработке современных БЭСУ и автоматизированной поддержки систем водитель–автомобиль–дорога основаны на активном использовании онтологий водителя и АТС.

Современные БЭСУ позволяют не только минимизировать последствия дорожно-транспортных происшествий (ДТП), но и помогать водителю предотвращать их, своевременно оповещать его о постоянно меняющейся дорожной обстановке в случае, если надлежащая реакция со стороны водителя недостаточна или отсутствует. Функциональность БЭСУ позволяет самостоятельно анализировать складывающуюся дорожную обстановку, распознавать и оценивать опасности и выдавать соответствующие сигналы для предотвращения ДТП.

Таким образом, мировое автомобилестроение за последние десятилетия совершило боль-

шой технологический скачок в разработке БЭСУ, обеспечивающих контроль в управлении, безопасности движения, экономичности АТС и т. д.

Данное направление одновременно предусматривает обеспечение дальнейшего расширения и развития на основе открытой архитектуры БИУС путем применения стандартизованных технических решений, унифицированных электронных модулей, стандартных протоколов информационного обмена, серийной аппаратуры датчиков, модульной структуры программного обеспечения, новых методов обработки информации и принятия решений.

Библиографический список

1. Ходес И. В. Система предупреждения водителя об опасности выбранного им режима движения // Автомобильная промышленность. 2010. № 7. С. 26–29.
2. Хусаинов А. Ш. Эксплуатационные свойства автомобиля. Автомобиле- и тракторостроение. Ульяновск: УлГТУ, 2011. С. 109.
3. Кудрин Б. И. Введение в технетику. 2-е изд. перераб. и доп. Томск: ТГУ, 1993. 552 с.
4. Вознесенский А. Н. Бортовые информационно-управляющие системы. М.: Машиностроение, 1997. Раздел IV. С. 578–589.
5. Елистратов В. В. Методы и средства предупреждения столкновений автомобилей. Рязань: Рязан. воен. автомоб. ин-т им. генерала армии В. П. Дубынина, 2008. 89 с.
6. Щербин А. М. Современные бортовые информационно-управляющие системы автомобильной техники // Журнал автомобильных инженеров. 2015. № 3 (92). С. 26–29.
7. Черненко К. В., Молчанов А. В., Егоров С. А., Куценко А. С. Особенности построения информационно-управляющей системы телеуправляемого подводного аппарата // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. М.: Машиностроение, 2012. 194 с.
8. Козловский В. Н., Юмт В. Е. Надежность системы электрооборудования современного автомобиля // Электроника и электрооборудование транспорта. 2008. № 3. С. 37–40.
9. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. М., 2002. 224 с.
10. Овсиенко О. М., Шахнович И. В. Без CAN российский инженер не выжить. О CAN-технологии и не только // Электроника: наука, технология, бизнес. 2010. № 5. С. 12–17.
11. Шипилевский Г. Б., Вознесенский А. Н. Пути электризации отечественной тракторной техни-

ки // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 8. С. 6–9.

12. Шумилин С. Советские бронетранспортеры БТР-60, 70, 80, 90. Киров: Торнадо, Кировское общество любителей военной техники и моделизма, 2000. Ч. 2. 56 с.

13. Контроль давления в шинах грузовиков: описание системы. 6-е изд. С. 52. © 2013/2014 WABCO Europe. URL: <http://www.wabco.info/8150800453>

14. MAN центр Сургут РФ: системы безопасности грузовиков MAN/грузовики/системы безопасности. URL: <http://www.man-komdor.auto.ru>

15. Щербин А. М. Современные бортовые информационно-управляющие системы автомобильной техники // Журнал автомобильных инженеров. 2015. № 3(92). С. 26–29.

16. Касай С. А., Третьяков А. А. Анализ современных электронных бортовых систем, обеспечивающих контроль давления воздуха в шинах автомобилей // Наука и военная безопасность. 2019. № 2(17). С. 33–38.

References

1. Khodes I. V. Sistema preduprezhdeniya voditelya ob opasnosti vybrannogo im rezhima dvizheniya [Intelligent safety warning and alert system for car driving (warning the driver about the danger of the selected mistakenly driving mode)]. *Avtomobil'naya promyshlennost' – Automotive industry*, 2010, no. 7, pp. 26–29.
2. Khusainov A. Sh. *Ehkspluatatsionnye svoystva avtomobilya Avtomobile- i traktorostroenie* [Operational properties of the car. Automobile- and tractor-construction]. Ul'yanovsk, UlGTU Publ., 2011, 109 p.
3. Kudrin B. I. *Vvedenie v tekhnétiku* [Introduction to technetics]. 2-nd ed., revised. Tomsk, TGU Publ., 1993, 552 p.
4. Voznesenskiy A. N. *Bortovye informatsionno-upravlyayushchie sistemy* [On-board information and control systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1997, Pt. IV, pp. 578–589.
5. Elistratov V. V. *Metody i sredstva preduprezhdeniya stolknoveniy avtomobiley* [Methods and means of preventing the collision of cars]. Ryazan, Ryazan. voen. avtomob. in-t im. Generala Armii V. P. Dubynina Publ., 2008, 89 p.
6. Shcherbin A. M. *Sovremennyye bortovye informatsionno-upravlyayushchie sistemy avtomobil'noy tekhniki* [Modern on-board information and control systems of automotive technology]. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov – Journal of automotive engineers*, 2015, no. 3 (92), pp. 26–29.
7. Chernenko K. V., Molchanov A. V., Egorov S. A., Kutsenko A. S. *Osobennosti postroyeniya informatsionno-upravlyayushchey sistemy teleupravlyаемого podvodnogo*

apparata [Features of construction of information and control system of remote-controlled underwater vehicle]. Moscow, Mashinostroenie Publ., *Vestnik MGTU im. N. E. Bauman* – *Bulletin of MGTU named after N. E. Bauman*, 2012, 194 p.

8. Kozlovskiy V. N., Yutt V. E. *Nadezhnost' sistemy ehlektooborudovaniya sovremennogo avtomobilya* [Reliability of the system of electrical equipment of the modern car]. *Ehlektronika i ehlektooborudovanie transporta* – *Electronics and electrical equipment of transport*, 2008, no. 3, pp. 37–40.

9. Danov B. A. *Ehlektronnye sistemy upravleniya inostrannykh avtomobiley* [Electronic control systems of foreign cars]. Moscow, 2002, 224 p.

10. Ovsienko O. M., Shakhnovich I. V. *Bez CAN rossiyskim inzheneram ne vyzhit'. O CAN-tekhnologii i ne tol'ko* [Russian engineers cannot survive without CAN-technology. About CAN-technology and some other things]. *Ehlektronika: nauka, tekhnologiya, biznes* – *Electronics: science, technology, business*, 2010, no. 5, pp. 12–17.

11. Shipilevskiy G. B., Voznesenskiy A. N. *Puti ehlektronizatsii otechestvennoy traktornoy tekhniki* [Ways of providing electronics equipment on domestic tractors]. *Traktory i sel'skokhozyaystvennye mashiny* – *Tractors and agricultural machines*, 2006, no. 8, pp. 6–9.

12. Shumilin S. *Sovetskie bronetransportery BTR-60, 70, 80, 90* [Soviet armored personnel carriers BTR-60, 70, 80, 90]. Kirov: Tornado, Kirovskoe obshchestvo lyubiteley voennoy tekhniki i modelizma Publ., 2000, Pt. 2, 56 p.

13. *Kontrol' davleniya v shinakh gruzovikov: opisaniye sistemy* [Control the tire pressure of trucks: a description of the system]. 6-th. ed. p. 52. © 2013/2014 WABCO Europe. Available at: <http://www.wabco.info/8150800453>

14. *MAN tsentr Surgut RF: sistemy bezopasnosti gruzovikov* [MAN center Surgut RF: man truck security systems]. Available at: URL: <http://www.man-komdor-auto.ru>

15. Shcherbin A. M., Kasay S. A., Tretyakov A. A. *Sovremennyye bortovyye informatsionno upravlyayushchie sistemy avtomobil'noy tekhniki* [Modern on-board information and control systems of automotive vehicles]. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov* – *Journal of automotive engineers*, 2015, no. 3(92), pp. 26–29.

16. Kasaj S. A., Tretyakov A. A. *Analiz sovremennykh ehlektronnykh bortovykh sistem, obespechivayushchikh kontrol' davleniya vozdukha v shinakh avtomobiley* [Analysis of modern electronic on-board systems that provide air pressure control in the tires of cars]. *Nauka i voennaya bezopasnost'* – *Science and military security*. 2019, no. 2(17), pp. 33–38.