

УДК 681.518

## СОВРЕМЕННЫЕ БОРТОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А. М. Щербин, к. т. н., главный специалист по НИОКР / ОАО «КамАЗ»

### ВВЕДЕНИЕ

Современные электронно-вычислительные устройства, развивающиеся в соответствии с законом Мура [1], становятся всё мощнее и производительнее. Расширяется сфера их применения. Разнообразные вычислительные устройства успешно используются практически во всех технически сложных изделиях с целью 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 объединёнными в единый комплекс. Подобное объединение вычислительных устройств отдельного объекта в единый программно-аппаратный комплекс часто называют бортовой информационно-управляющей системой (БИУС) [2].

### СТРУКТУРА БИУС

БИУС — вид автоматизированной системы управления, человекомашина система, предназначенная для автоматизации рабочих процессов управления, диагностики, сбора, обработки и отображения информации на транспортных средствах. БИУС облегчает управление и упрощает эксплуатацию сложных систем, выполняя за водителя часть функций.

Чаще всего БИУС представляет собой распределённую вычислительную сеть для жёстких условий эксплуатации (широкий температурный диапазон, вибрация, удары и другие внешние воздействия), объединяющую центральный процессорный блок и периферийные контроллеры различных агрегатов автомобиля [3, 4]: ДВС, АБС/ПБС, управление КПП, управление климатом в кабине и предпусковым подогревателем, управление подкачкой колёс [5] и т. д. В качестве физической среды передачи информации в БИУС наиболее широко используется CAN [6, 7, 8] в виде дифференциальной витой пары. Это обусловлено фактическим доминированием в насто-

ящее время данного стандарта промышленной сети в автомобильной технике, в том числе и военной [8, 9, 10, 11, 12]. Преимуществами CAN являются отлаженность стандарта, широкие возможности в выборе физической среды передачи данных, развитая аппаратная поддержка, в том числе с обработкой ошибок, высокая надёжность, поддержка режима реального времени, ориентирование на распределённые системы управления [6, 7].

Структурно современные БИУС во многом предопределены, и задача создания БИУС состоит в поиске такого варианта реализации, который, с одной стороны, выполняет функционал, возложенный на БИУС конкретного изделия, а с другой стороны, использует традиционно доминирующие в данной сфере технологии, доступную элементную базу, отраслевые стандарты и т. д.

### ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ БИУС

БИУС осуществляет как информационные функции в отношении водителя, так и управляющие функции в отношении агрегатов и устройств автомобиля.

В соответствии с [13] основные функции БИУС следующие:

- управление источником энергии (двигателем внутреннего сгорания, газотурбинным двигателем, генератором, накопителем электрической энергии), преобразователями энергии, потребителями энергии;
- управление основными системами: рулевым управлением, подвеской, трансмиссией, тормозной;
- управление противоаварийными и вспомогательными системами: системой противостолкновения, освещением и световой сигнализацией, вентиляцией, климатической, навигационной, диагностической и др.;
- информационное обеспечение водителя.

Уровень развития современной микроэлектроники, возможности элементной базы позволяют реализовать управление в режиме реального времени весьма

сложными системами. По сути, непосредственное управление всеми системами автомобиля может быть в той или иной степени передано БИУС. Это позволяет автоматизировать управление сложным современным автомобилем, переложить на БИУС оперативный и диагностический контроль за состоянием систем и даёт водителю возможность сосредоточиться непосредственно на процессе вождения автомобиля. Такое перераспределение функций между водителем и БИУС, безусловно, повышает безопасность, снимая с водителя информационную нагрузку контроля за состоянием и исправностью автомобиля. Одновременно повышается точность автоматического управления агрегатами и системами автомобиля, что благоприятно сказывается на энергоэффективности и повышает ресурс автомобиля за счёт уменьшения случайных и непреднамеренных пиковых нагрузок по сравнению с их непосредственным управлением водителем.

С другой стороны, такое расширение функционала БИУС возлагает повышенные требования на её надёжность и безотказность. При отказах БИУС необходимо обеспечить функционирование основных систем посредством дублирующих для обеспечения управляемости и подвижности автомобиля.

**ПРИМЕРЫ ВЫПУСКАЕМЫХ СИСТЕМ**

В различных источниках информации есть данные о разработках БИУС для автомобилей в таких отечественных организациях, как:

- ОАО «НКБ ВС», г. Таганрог [9];
- ЗАО «НТЦ «ЭЛИНС»», г. Зеленоград [9];
- ООО «НТП «ДЕКА»», г. Москва [14];
- ООО «НИЦ СК «Континент»», г. Москва [3].

В Республике Беларусь:

- УП «ИЦТ «Горизонт»» [15];
- ОАО «СКБ «Камертон»» [16].

В информационных материалах фирм — разработчиков БИУС приведены структурные схемы БИУС и фотографии блоков различного функционального назначения. Например, на рис. 1 представлено автоматизированное рабочее место водителя многоосного колёсного шасси фирмы «Континент» [3], являющееся, по сути, вариантом БИУС.

В ОАО «НКБ ВС» (г. Таганрог) разработана электронная система общего управления, контроля и диагностики [17, 18], которую в ряде источников называют БИУС. Данная система предназначена для автоматизации общих процессов управления, контроля и диагностики на автомобилях семейств «Мустанг», «Волк», «Тигр», «Тайфун», специаль-



*Рисунок 1.* Автоматизированное рабочее место водителя многоосного колёсного шасси



*Рисунок 2.* Электронная система общего управления, контроля и диагностики



*Рисунок 3.* Бортсеть нового поколения: а — блок органов управления; б — унифицированный функциональный контроллер; в — дисплей

ных колёсных шасси и другой колесной техники, оснащённых агрегатами с электронным управлением. На рис. 2 представлен блок электронной системы общего управления, контроля и диагностики.

В ООО «НТП «ДЕКА»» (г. Москва) создана бортсеть нового поколения [14], которую по функциональному назначению и техническим решениям также можно отнести к БИУС. Сеть состоит из унифицированных модулей (рис. 3): блока органов управления (рис. 3а), унифицированного функционального контроллера (рис. 3б) и дисплея (рис. 3в). Взаимодействие между блоками осуществляется по шине CAN.

Унитарное предприятие «Институт цифрового телевидения «Горизонт»» (Республика Беларусь, г. Минск) разработало БИУС (рис. 4), реализующую в основном информационные функции [15]. БИУС



Рисунок 4. BIUS ИЦТ «Горизонт»



Рисунок 5. Интерфейс BIUS производства СКБ «Камертон»



Рисунок 6. Интерфейс BIUS производства ИЦТ «Горизонт»



Рисунок 7. Интерфейс BIUS производства НКБ ВС

устанавливается на большегрузные автомобили и тягачи и в своём составе имеет блок сопряжения и управления, блок обработки информации, два видеомодуля на цветных жидкокристаллических панелях, телевизионную видеокамеру заднего/бокового обзора и акустическую систему.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АЛГОРИТМЫ

Программная составляющая BIUS во многом определяется её аппаратной реализацией. В частности, реализация BIUS на тех или иных вычислительных устройствах определяет необходимость (или её отсутствие) использования операционной системы.

В случае использования процессорных вычислительных устройств, требующих для функционирования наличия одной из многочисленных операционных систем, разработчику необходимо выбрать операционную систему с наиболее подходящими параметрами. Принципиальным моментом является наличие или отсутствие требования работы BIUS в режиме реального времени, когда задержка в реакции системы на событие сверх определённого времени может привести к негативным последствиям [19]. На практике подавляющее большинство бортовых

систем в части управляющих функций должны работать в режиме реального времени. В настоящее время существует множество операционных систем реального времени. Среди них есть и отечественные разработки [20], в том числе военного и космического назначения.

В случае использования микроконтроллерных вычислительных устройств появляется ряд преимуществ: отсутствует необходимость выбора и использования операционной системы, уменьшается время загрузки и готовности устройств к работе после подачи электропитания.

Для организации обмена информацией между блоками BIUS по CAN-сети используются следующие стандарты протоколов [6] высокого уровня (прикладной уровень): CAL, CANopen, DeviceNet, SDS, CAN Kingdom, SeleCAN, SAE J1939 — и низкого уровня (физический уровень): ISO 11898, ISO 11519-2, SAE J2284, SAE J2411.

Важнейшей составной частью ПО BIUS являются алгоритмы работы подсистем объекта. Любая информационно-управляющая функция BIUS реализуется на основе алгоритмов. В общедоступных литературных источниках вопросы, связанные с алгоритмами работы подсистем, освещены недостаточно широко. Вероятной причиной этого является сохранение ноу-хау разработчиков и компаний, поскольку именно алгоритмы являются ключевым элементом успешного функционирования системы в целом. Даже при наличии потенциальных возможностей аппаратной части BIUS для успешной реализации алгоритмов, если есть недостатки в самих алгоритмах, система будет неработоспособна или ограниченно работоспособна.

Интерфейс с оператором также является важным элементом ПО BIUS. Создание эргономичного, информативного и удобного интерфейса представляет собой сложную задачу. В качестве примеров можно привести изображения экранов BIUS производства СКБ «Камертон» [16] (рис. 5), ИТЦ «Горизонт» [15] (рис. 6) и НКБ ВС [21] (рис. 7).

В целях упрощения создания интерфейса могут использоваться соответствующие библиотеки под известные ОС с готовыми графическими элементами [22].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Термин BIUS появился не так давно, но быстро и прочно вошёл в обиход разработчиков автоматизированных систем управления современных и перспективных транспортных средств. Уже сегодня BIUS можно считать отдельной, самостоятельной системой и обособленной областью профессио-

нальной деятельности автомобильных инженеров. Именно под понятием БИУС сейчас объединяются множественные электронные системы транспортных средств. Такое объединение расширяет функциональные возможности транспортных средств, повышает их безопасность, энергоэффективность

и «интеллектуальность» за счёт расширения возлагаемых на БИУС функций и реализации усложнённых, в том числе адаптивных, алгоритмов. Вполне возможно, что в ближайшей перспективе именно в рамках БИУС будет реализована функция автоводителя транспортных средств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Закон Мура // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD\\_%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%9C%D1%83%D1%80%D0%B0) (дата обращения: 30.10.2013).
2. Вознесенский А. Н. Бортовые информационно-управляющие системы // Машиностроение: энциклопедия. — М.: Машиностроение, 1997. — Раздел IV. Расчёт и конструирование машин. — Т. IV–15. Колёсные и гусеничные машины. — С. 578–589.
3. Автоматизированное рабочее место водителя многоосного колёсного шасси // ООО «НИЦ СК “Континент”» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nic-kontinent.ru/> (дата обращения: 22.07.2013).
4. Бортовая информационно-управляющая система (БИУС) автомобиля // Регистр интеллектуальной промышленной собственности [Электронный ресурс]. URL: <http://bd.patent.su/2203000-2203999/pat/servlet/09a5.html> (дата обращения 01.04.2015).
5. Системная модернизация // Пятое колесо: российский автомобильный журнал [Электронный ресурс]. URL: <http://5koleso.ru/content/sistemnaaya-modernizaciya> (дата обращения: 31.10.2013).
6. CAN на пороге нового столетия // ООО «Марафон» [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://can.marathon.ru/system/files/upload/dm-990405.doc-02.pdf> (дата обращения: 31.10.2013).
7. Овсиенко О. М., Шахнович И. В. Без CAN российским инженерам не выжить. О CAN-технологии и не только // Электроника: наука, технология, бизнес. — 2010. — № 5. — С. 12–17.
8. Шипилевский Г. Б., Вознесенский А. Н. Пути электронизации отечественной тракторной техники // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2006. — № 8. — С. 6–9.
9. СПМ-2Э «Тигр»: brutальный, мощный, надёжный // Новый оборонный заказ. Стратегии [Электронный ресурс]. URL: <http://en.dfnc.ru/SPM-2E-TIGR> (дата обращения: 31.10.2013).
10. Шумилин С. Советские бронетранспортёры БТР-60, 70, 80, 90. — Киров: Торнадо, Кировское общество любителей военной техники и моделизма, 2000. — Ч. 2. — 56 с.
11. ВПК-3927 «Волк». «Волк» проходит финальные испытания // OffRoadClub.ru — территория общения [Электронный ресурс]. URL: [http://offroadclub.ru/automobiles/trucks/review/vpk-3927\\_volk.html](http://offroadclub.ru/automobiles/trucks/review/vpk-3927_volk.html) (дата обращения: 31.10.2013).
12. КамАЗ-63968 «Тайфун». Защищённый автомобиль // Русская сила — современное оружие [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--7sbb5ahj4aiadq2m.xn--plai/guide/army/tr/kamaz63968.shtml?attempt=1> (дата обращения: 31.10.2013).
13. ОТТ 9.1.9–2006. Система общих технических требований к видам вооружения и военной техники. Военная автомобильная техника. Бортовые информационно-управляющие системы. Общие технические требования. — Бронницы, 2006. — 38 с.
14. Мультиплексы для спецтехники. Бортсеть нового поколения (БНП) // ООО «Научно-техническое предприятие “ДЕКА”» [Электронный ресурс]. URL: <http://deka-ntp.ru/multi.htm> (дата обращения: 31.10.2013).
15. Бортовая информационно-управляющая система (БИУС) // Унитарное предприятие «ИЦТ “Горизонт”» [Электронный ресурс]. URL: <http://idtv.by/katalog-produkczi/sbi/bortovaya-informacziionno-upravlyayushhaya-sistema-bius> (дата обращения: 01.04.2015).
16. Бортовая информационно-управляющая система (БИУС). ОАО «СКБ “Камертон”» // Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vpk.gov.by/catalog/kamerton/246/> (дата обращения: 30.10.2013).
17. Электронная система общего управления, контроля и диагностики // ОАО «Научно-конструкторское бюро вычислительных систем» [Электронный ресурс]. URL: <http://web.nkbvs.ru/index.php?page=esukd> (дата обращения: 30.10.2013).
18. Обновлённый «Тигр» // ООО «Военно-промышленная компания» [Электронный ресурс]. URL: <http://milindcom.ru/news/archive/?id=357> (дата обращения: 30.10.2013).
19. Операционные системы реального времени для 32-разрядных микропроцессоров // Современная электроника [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.soel.ru/cms/f/?/326514.pdf> (дата обращения: 30.10.2013).
20. Операционная система реального времени «Багет 3.0» // Программные продукты и системы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=2603> (дата обращения: 30.10.2013).
21. Будущий триумф «Тайфуна» // Военное обозрение [Электронный ресурс]. URL: <http://topwar.ru/8969-buduschiy-triumf-tayfuna.html> (дата обращения: 30.10.2013).
22. QNX CAR Platform for Infotainment // QNX [Электронный ресурс]. URL: <http://www.qnx.com/products/qnxcar/> (дата обращения: 30.10.2013).