

УДК 629.113.073

В. Г. МИХАЙЛОВ

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Рассмотрены состояние автоматизации на существующих конструкциях грузовых автомобилей, вопросы применения микропроцессорных систем для их автоматизации. Отмечено, что в настоящее время большинство выпускаемых в СНГ грузовых автомобилей автоматизированы только частично. Автоматизацией охвачены: контроль, диагностика состояния систем и информация о них; управление запуском, частично контролем работой силовой установки; управление впрыском топлива; управление энергоснабжением; управление тормозами, антиблокировочными системами, подушками безопасности; обеспечение климат-контроля; освещения.

Рассмотрены области применения микропроцессорных систем в автомобилях и используемые для этого микроконтроллеры с учетом того, что сейчас требуется значительно расширить области автоматизации систем автомобилей. Проведен анализ систем и функций, подлежащих автоматизации для грузовых и специальных автомобилей. Рассмотрены вопросы применения микропроцессорных систем для получения экспериментальных данных по дорогам (микро и продольного профиля) и использование их при моделировании автомобиля, а также обеспечения дорожной безопасности: обеспечение дистанции между автомобилями, контроля слепых зон; исключение засыпания водителя во время движения, уменьшение вредного воздействия от шумов и вибраций.

Предложено комплексирование реализуемых функций и систем их управления. Дано краткое описание и обоснование целесообразности применения средств автоматизации на основе дешевых микропроцессорных модулей Arduino, позволяющее значительно сократить количество используемых микроконтроллеров. Приведены общие блок-схемы реализации задач тяговой динамики в пакете MatLab/Simulink, трансформирования и горизонтирования специальных машин с помощью МК Arduino. Даны рекомендации по этапному внедрению систем автоматизации для грузовых и специальных автомобилей.

Ключевые слова: Автоматизация, автомобиль, вибрации, тяговая динамика, микропроцессорные модули и системы управления, Arduino.

Введение

В настоящее время большинство выпускаемых в Республике Беларусь и в СНГ грузовых автомобилей автоматизированы только частично. Во многом это связано с нашим отставанием и тем, что автоматизация удорожает стоимость машины поскольку средства автоматизации на этапе 2000 годов были дорогими. Поэтому автоматизацией на серийно выпускаемых сейчас машинах была охвачена только небольшая часть ее функций [1]:

- контроль, диагностика состояния систем и информация о них;
- управление запуском, частично контролем работой силовой установки;
- управление впрыском топлива;
- управление энергоснабжением;
- управление тормозами, антиблокировочными системами, подушками безопасности;
- обеспечение климат-контроля;
- освещения.

Либо применяются в составе импортного силового узла (двигатель с КПП) с его систе-

мой управления, например OM 501 в автомобилях MAZ-5430.

Доля электроники в автомобилях постоянно увеличивается – в 2000 году на нее приходилось 22% стоимости автомобиля, а в 2010–35% при снижении стоимости их компонентов.

Сейчас необходимо предусмотреть дистанционный запуск силовой установки в процессе его стоянки, прогрев двигателя и кабины путем дистанционного включения с радиопульта, поддержания оптимальных условий в кабине, автоматизация оптимальных регулировок водителя на рабочем месте.

Важным направлением является управление коробкой передач и двигателем, обеспечивающим минимальный расход топлива. Последнее реализуется за счет микроконтроллера/ов и датчиков работы двигателя и КПП, а также самого автомобиля. Для управления ими в МК используется CAN-шина со скоростью обмена информацией до 1 Мбит/с.

Другим важным направлением является обеспечение дорожной безопасности: обеспе-

чение дистанции между автомобилями, контроль слепых зон, исключение засыпания водителя во время движения, уменьшение вредного воздействия от шумов и вибраций.

Автоматизация коснулась даже сиденья. Так на многих импортных седельных тягачах применяются автоматически регулируемые сиденья с пневмоподвеской, удобное положение для конкретного водителя запоминается в микроконтроллере и автоматически устанавливается под него [2]. Для повышения устойчивости в спортивных мотоциклах начали применяться микроконтроллеры с датчиком наклона Bosch MM5.10.

Сейчас для автоматизации, в основном, используются специализированные микроконтроллеры Siemens, Bosch, Microchip, Atmel, Dallas, Philips, OKI и другие под каждую свою функцию. В то же время имеются более дешевые технические средства на платформе Arduino (базирующиеся на МК Contex/Atmel), Raspberry, Fastwel, позволяющие автоматизировать в значительной степени многие операции по запуску и управлению силовой установки, управлению климат-контролем, регулированию освещения и др. на одном микропроцессоре. Это позволяет значительно сократить время готовности и облегчает их функционирование и затраты на них, повышает их безопасность и оправдывает применение средств автоматизации.

1. Обзор средств, направлений применения автоматизации в современном автомобилестроении и управлении умным домом

1.1. Структура управления на основе локальной сети

Исторически развитие бортовой электроники развивалось децентрализованно – для каждой из подсистем автомобиля создавались свои

системы контроля и управления. Наиболее ранними были системы управления двигателем, антиблокировочные системы, охранные. На современном этапе происходит объединение отдельных электронных подсистем автомобиля в единую локальную сеть, где за каждой подсистемой сохраняется ее структурная и программная независимость, однако при необходимости подсистемы обмениваются информацией.

Наиболее распространенной локальной бортовой сети является сеть по протоколу CAN (Control Area Network). Шина разработана в конце 80-х годов фирмой Bosch и принята в качестве стандарта для всех производителей автомобильной электроники в Европе.

Физически это двухпроводная витая пара (иногда 4-проводная), однако может реализовываться и в других вариантах среды – коаксиальный кабель, оптоволокно и даже одиночный провод. Для передачи сообщения между отдельными бортовыми модулями используются два состояния шины – доминантный (активный) и рецессивный (пассивный). CAN-шина функционирует в режиме реального времени, что немаловажно при управлении узлами ТС, работающих в скоростных режимах, поэтому шина имеет несколько вариантов реализации: высокоскоростная (HS) для силового агрегата и шасси; Среднескоростные (MS) для информационно-развлекательной системы и системы климат-контроля; низкоскоростная (LS) для электроники комфорта. Топология сети – звезда. Каждый элемент сети имеет свой идентификационный код, через который распознает сигнал запроса и выполняет поданную команду. CAN-сообщение представляет собой битовый пакет короткого (11 бит) и длинного (24 бит) типа. Пакет не содержит адреса назначения, однако имеет идентификатор содержания со-

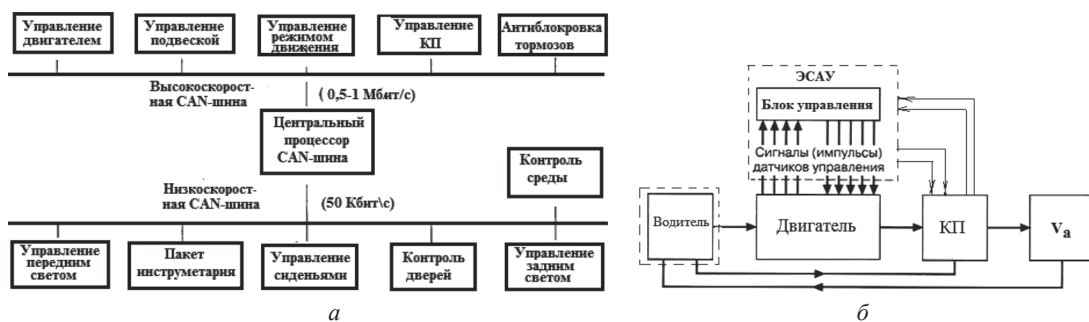


Рис. 1. Общая схема управления автомобилем (а), силовым агрегатом (б)

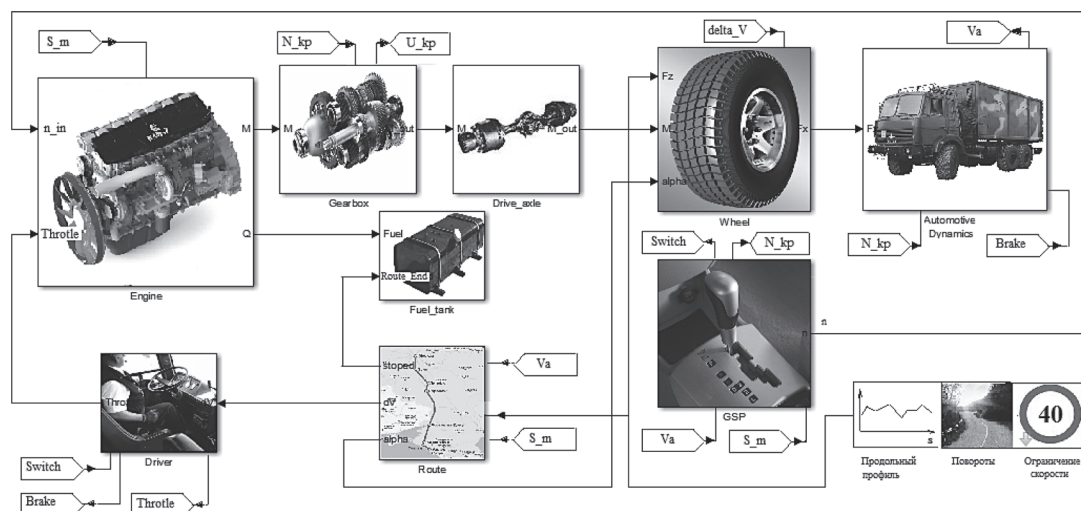


Рис. 2. Общая блок-схема моделирования движения автомобиля с учетом дорожной обстановки

общения, по которому его могут принимать другие МПС (микропроцессорные системы) автомобиля, если они нуждаются в этом сообщении.

Для приема сигналов, который передаются через сеть центральным процессором и передачи сигналов на процессор все элементы схемы должны иметь микросхему согласования интерфейса RS/CAN. Такая микросхема также входит в состав интеллектуального датчика или привода. Соответственно, посылая сигнал в сеть, интеллектуальный датчик передает свой идентификационный код, по которому его распознает другой процессор.

В дополнение к CAN-шины разного типа может использоваться шина UART – универсальный асинхронный приемопередатчик/передатчик. Шина UART обычно используется для передачи данных между датчиками и блоком управления. Система управления автомобиля получается довольно сложная, например в Volvo S80 задействовано 28 микроконтроллеров.

1.2. Применение для моделирования и экспериментальных исследований

Сейчас при проектировании автомобилей все чаще прибегают к методам виртуального моделирования с использованием пакетов Adams, MatLab/Simulink. С помощью их решаются вопросы тяговой динамики, устойчивости, плавности хода и оценки загруженности узлов автомобилей [3]. Для проведения моделирования требуется использования корректных моделей [4], реальных массивов данных о про-

должных уклонах дорог, их микропрофилей [5]. Это является ключевым моментом при расчетах. Данные по дорогам можно получить на основе микроконтроллеров и их модулей путем регистрации ускорений и углов наклона и их математической обработки [5]. И на основе их провести моделирование и более тщательно обработать конструкцию. Примером одной из реализаций является блок-схема моделирования движения автомобиля с учетом дорожной обстановки в пакете MatLab/Simulink (рис. 2).

Путем моделирования на основе микропрофиля можно получить данные о загруженности узлов автомобиля, оценить их долговечность и проверить на стенде [3].

Интересный метод предложен по получению уклонов дорог специалистами фирмы Volvo [6–9]. Он основан на регистрации параметров CAN-шины электронного блока управления силовым агрегатом движущегося автомобиля и положения автомобиля на трассе с помощью датчика GPS. Полученные данные (скорость, крутящий момент, текущая передача КПП, координаты точек сканирования GPS) записывались на laptop. Регистрация параметров производилась с шагом 12.5 м. Длина записанного участка составляла 15 км. Число точек сканирования 1200. Затем на основе обработки этих данных рассчитывался угол наклона дороги, используя тяговый баланс сил автомобиля и значение его массы без учета аэродинамического фактора. В дальнейшем полученный массив данных используется при расчетах тяговой динамики и оптимизации параметров автомобилей этой фирмы. Вместо laptop впол-

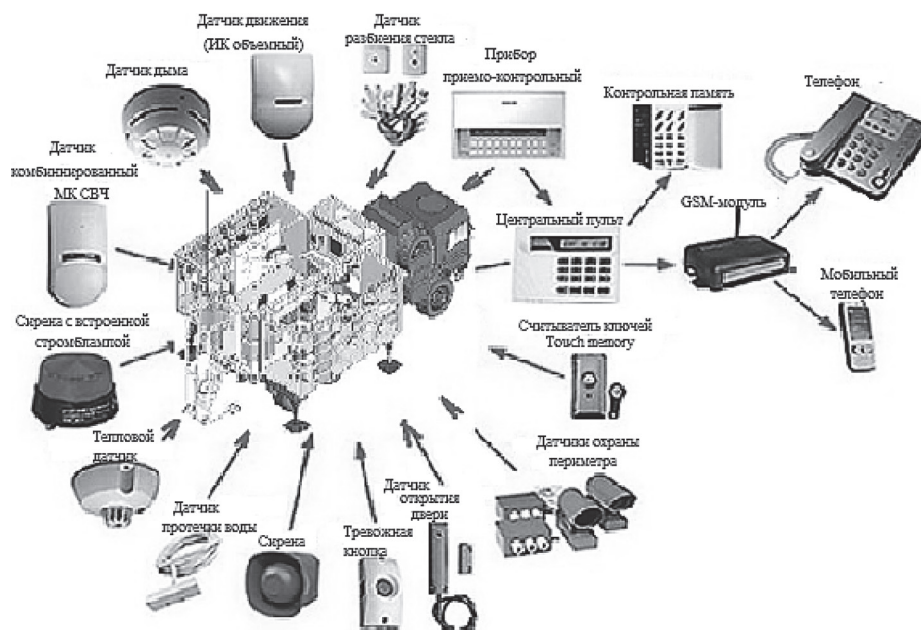


Рис. 3. Возможное применение технологий умного дома для специальных машин

не можно использовать более дешевый Arduino Due.

1.3. Возможное направление работ по автоматизации на основе тенденций в автомобилестроении и в строительстве умного дома

Автоматика умного дома позволяет решать широкий круг задач; управлять освещением, отоплением, вентиляцией и кондиционированием воздуха (ОВК), бытовой техникой, открывать замки ворот, дверей, жалюзи. Элементы умного дома включают в себя датчики (например, температуры, дневного света или обнаружения движения), контроллеры и приводы, такие как моторизованные клапаны, выключатели, сервомеханизмы и другие.

На многих легковых автомобилях высокого класса, да и уже и грузовых сейчас предусматривается возможность дистанционного запуска двигателя с его предварительным подогревом в зимних условиях. Достаточно нажать соответствующую кнопку на брелке. На основе микропроцессорной техники включается система обогрева. С помощью ее также можно выключить обогрев или перевести его в экономный режим. Это можно применить и для мобильных госпиталей, а также для специальных машин: штабных, с фургонами для перевозки людей, помещений для проживания: полярных станций (рис. 3).

В современных автомобилях при открытии двери зажигается дежурный свет в салоне, а после ее закрытия он автоматически гаснет. Открытие автомобиля и запуск двигателя осуществляется по специальной карте. Такой же подход может быть использован при допуске в помещении специальных автомобилей по чипизированным карточкам, отпечаткам пальцев, роговицы.

В автомобилях осуществляется индивидуальное регулирование температурного режима не только для водителя, но и для мест пассажиров, персонала, включение света при ухудшении освещенности, что требует использование систем управления.

Использование подходов и средств умного дома может быть полезно для автоматизации автомобилей. Автоматизированы могут быть следующие системы автомобилей:

- контроль состояния систем;
- управление силовой установкой и энергоснабжением;
- горизонтирование положения (для кранов, спутниковых антенн на машине);
- подъема/спуска специального кузова-модуля;
- трансформирования кузовов мобильных госпиталей, точек продаж различных товаров;
- выдвигание антенн и их позиционирование для телевидения (мобильные пункты передачи информации);

электрооборудования и освещение (управление освещением);

- включение дежурного освещения при появлении людей, выключение света;

- отключение ненужного электрооборудования, приборов;

- выключение компьютерных панелей, мониторов в специальных модулях;

- включение ночной подсветки;

- **климат-контроля** (поддержание температуры для каждой части помещения, отдельных ее частей (например, компьютерной техники, медицинского оборудования, специальных отсеков), нагрев и охлаждение);

- вентиляция;

- контроль состояния воздуха в кабине, внутреннем помещении:

- увлажнение;

- переключение нагрева и охлаждения в экономичный режим;

- вентиляция путем перевода в тихий экономичный режим;

- поддержка определенной температуры;

- **управление устройствами**. Например, с пульта включать или выключать что-либо (плазменную панель, свет с его регулировкой, датчики видеонаблюдения на командных пунктах и т. п.):

- приглушение звука приемника при звонке, сообщениях;

- управлять радиосвязью между персоналом в кабине и кузове-контейнере, аудио связью между помещениями;

- обеспечение светомаскировки путем выключения освещения на командных пунктах с одновременным включение синего цвета при открытии входной двери;

- системой оповещения;

- отслеживанием звука;

- обеспечением тишины и покоя ночью;

- **осуществление дополнительных охранных функций**:

- дистанционная проверка ситуации с автомобилем на стоянке, внутри помещения, вокруг;

- обеспечение безопасности (рубежи охраны, IP видеонаблюдение);

Такой же автоматизации могут быть подвергнуты, мобильные медицинские, специальные модули, установленные на автомобили, а также отдельные модули: госпитали, кузова для перевозки и проживания людей.

2. Оценка применимости средств механизации, автоматизации и автоматизированных систем управления на автомобилях и их комплексах

Для грузовых автомобилей целесообразен более полный охват автоматизацией т. к. ее применение уже обусловлено необходимостью сокращения времени готовности, обеспечением требованием безопасности и условий работы. Иллюстрацией по безопасности является применение ультразвуковых или ИК-сонаров (рис. 4) для парковки, слепых зон, дистанций, информация с которых поступает на микроконтроллер и информирует водителя в виде звуковых сигналов или изображения.

В дальнейшем на систему управления можно возложить и другие функции. Такой подход приведет к не столь значительному удорожанию стоимости системы управления поскольку эту систему можно сделать на одном более мощном модуле (микроконтроллере), например Arduino Due (32-битном, 84 МГц, 96 Кб ОЗУ) или более мощном Fastwel (1000 МГц).

Помимо этих систем в специальных автомобилях применяются устройства подъема, снятия модуля с машины процессом, которого надо управлять. Примером этого являются устройства подъема и горизонтирования немецкой фирмы «Hetek» (рис. 5) [10]. Оно представляет собой устройство с электромеханическим приводом подъема и электронным блоком управления на базе микроконтроллера с датчиками уровня. Оно может поднимать кузов-контейнер на высоту 1750 мм и снимать его с машины. Управление осуществляется на основе 2-х датчиков наклона. Используется проводной пульт (5 проводов управляющих, два силовых). Имеется возможность нажав

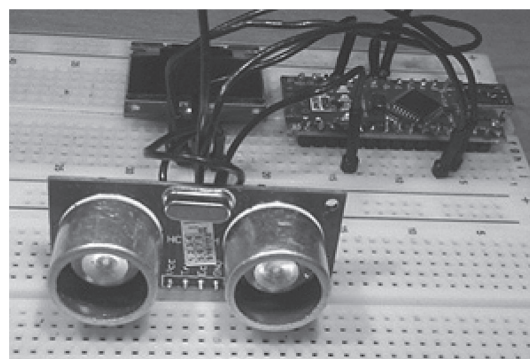


Рис. 4. Модуль Arduino с ультразвуковым датчиком HC-SR04



Рис. 5. Устройство подъема и горизонтирования немецкой фирмы «Hetek»

определенную кнопку обеспечить автоматизированный одновременный подъем 4-х подъемников с погрешностью горизонтирования – 1°. На подъем/спуск контейнера требуется 8 мин. Предусмотрен ручной подъем/спуск, вращая рукоятку. Возможно кнопочное управление одним из подъемников, что позволяет более точно выровнять контейнер. Но это очень дорогая система (около 35 тыс. евро). Управление ею целесообразно сделать с помощью радиопульта. Ее применение больше оправдано в случае использования авиации поскольку мобильные машины (например, госпитальный модуль с машиной) не проходят по высоте в люк самолетов (Ил-76, С-130) и кузов-контейнер приходится снимать с шасси [3, 11].

Фирма «Hetek» также выпускает системы выдвижения антенн, требующие горизонтирования и подкатные тележки для закатывания

кузовов-контейнеров в самолет. Питаются эти системы от 24 В. Все эти устройства имеют свои системы управления [12].

Позиционирования антенн, можно осуществить с помощью магнитного датчика (гироскомпас), датчика наклона (типа MPU-6050/915) и электросервопривода, управляемых микропроцессорной системой. Автоматизированная система учитывает положение штабной машины и другого объекта связи, определенного по GPS и выдает сигнал на позиционирование антенны в необходимом направлении и по углу наклона.

3. Обоснование необходимости и преимуществ автоматизации и их комплексирования

Обоснование необходимости и преимущества автоматизации приведены в таблице.

Обоснование необходимости и преимущества автоматизации

№	Наименование автоматизированной функции	Обоснование	Преимущества
1	Дистанционный запуск силовой установки во время стоянки (на прогрев установки и выход ее на рабочий режим требуется 5–10 мин)	Сокращение суммарного времени готовности на 5–10 мин	Сокращение суммарного времени готовности
2	Прогрев помещения до необходимой температуры в холодный период (на что требуется до 120 мин)	Сокращение времени подготовки	Сокращение времени готовности
3	Автоматизированное раскладывание (трансформирование) кузова-контейнера (КК) переменного объема (мобильный госпиталь, специальные модули)	Сокращение времени развертывания до 10–12 мин против 40 мин при ручном развертывании, сокращение персонала с 3–6 чел. до одного, исключение ошибок персонала и повреждения механизма раскладывания и КК	Сокращение времени готовности, снижение поражаемости изделия за счет более быстрой смены позиций Увеличение полезной площади до 29 м ² , значительное
4	Автоматизированное горизонтирование) кранов, специальных модулей	Более точное выставление горизонта, исключение ошибок персонала, опрокидывания машины, сокращение времени выставления направлений антенн.	Сокращение времени до 10–20% за счет одновременного выдвижения опор

Окончание таблицы

№	Наименование автоматизированной функции	Обоснование	Преимущества
5	Включение компьютерной техники в мобильных пунктах телевидения и модулях специального назначения	Сокращение времени запуска до 5 мин	
6	Управление климат-контролем	Поддержание оптимальной температуры, сокращение энергопотребления	Сокращение энергопотребления на 10–20%.
7	Управление освещением	Обеспечение оптимальной освещенности, сокращение энергопотребления за счет дежурного и локального освещения	Сокращение энергопотребления по освещенности на 10–20%, возможность перехода на экономный режим освещения.
	Осуществление охранных функций с помощью датчиков	Дополнительное повышение безопасности машин и персонала	Расширение возможностей охранных функций.
	Контроль жизненного цикла	Осуществление диагностики систем, регистрация их параметров, фиксация неисправностей, обслуживания	Более быстрая диагностика причин отказов и их устранения.

В настоящее время многие фирмы, работающие в этой области, сочетают использование готовых зарубежных устройств, привлечение сторонних организаций и собственных сил и ведут поэтапное внедрение систем автоматизации. Такой подход приводит к увеличению систем управления. Целесообразно объединить эти системы для упрощения их использования и исключения ошибок персонала. Например, сделать один унифицированный пульт с контроллером, который бы управлял уже имеющимися системами.

Рассмотренные функции в таблице могут быть скомплексированы в однотипные группы:

- дистанционный запуск силовой установки, включение климат-контроля, прогрев помещений, включение компьютерной техники во время выдвигания;
- обеспечение безопасности;
- управление работой КПП и двигателем;
- автоматизированное позиционирование (подъем, горизонтирование, спуск) и трансформирование кузова-контейнера переменного объема;
- управление освещением и климат-контролем;
- осуществление охранных функций с помощью датчиков.

4. Модули Arduino

Основу большинства модулей Arduino составляет плата с установленным на ней микропроцессором Cortex/Atmel, флеш-памятью, АЦП, ЦАП, PID, входом для программирования и распаянными контактами для присоединения других компонентов. Размеры плат

69x53 мм у UNO и 102x53 у Due, масса 35 Г). Существует много версий этих плат с разными процессорами, объемом памяти и напряжением питания. Наиболее мощным считается Arduino Otto Star (180 МГц, 2 Гб ОЗУ, 54\$). К Arduino Due и Otto можно подключить до 56 устройств. Ожидается появление в 2018 г. МК Cortex M7 (400, 600 МГц). Начато производство более надежных Industrial Arduino 101 (MCU – Atmel AVR MCU ATmega32u4 @ 16 МГц с 32 Кб памяти, 2,5 Кб SRAM, 1Кб EEPROM, –40°). В РФ освоено производство ряда МК Cortex/Atmel.

Наибольший интерес для задач горизонтирования и трансформирования специальных машин и кранов представляет использование модуля MPU-6050 (стоимостью 5–6\$), который является 6-осевым (3-осевой гироскоп + 3-осевой акселерометр) микроэлектромеханическим (MEMS) датчиком ускорений семейства MotionTracking. Может использоваться также 9-ти осевой MPU-915 с компасом. MPU-6050 имеет нелинейность – 0,2%. Полоса среза – 1000 Гц. Расчет угла наклона производится в программе МК путем интегрирования методом Эйлера переменных 3-хосевых ускорений, получаемых с регистров датчиков. С помощью MPU-6050 можно легко сделать систему горизонтирования, трансформирования специальных машин, производить оценку вибраций. Пример возможной реализации системы горизонтирования кранов приведен на рис. 6.

С помощью модулей Arduino можно осуществлять автоматическое управление различными устройствами: светом на основе освещенности, времени суток или присутствия че-

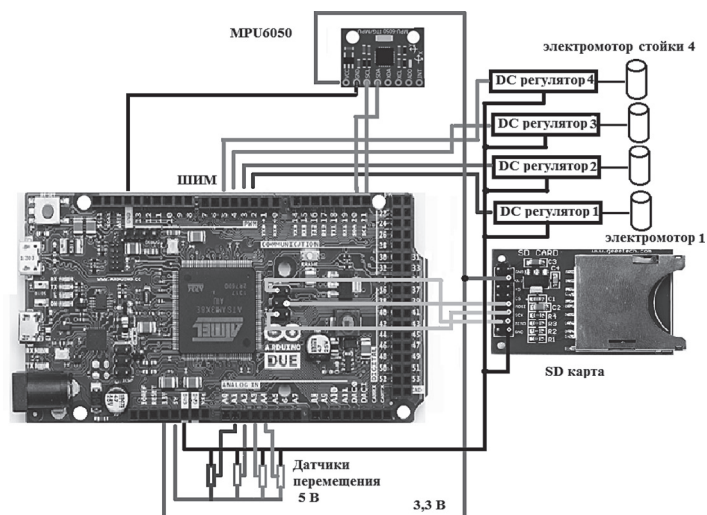


Рис. 6. Система горизонтирования крана на базе модулей Arduino

ловека; открытие-закрытие дверей, жалюзи; управление автоматическими воротами и т. п.

Имеются большое количество аналоговых и цифровых датчиков с помощью которых можно снимать параметры и управлять различными устройствами. По шине i2C можно прикреплять неограниченное количество датчиков, только у каждого должен быть свой ID.

В программном обеспечении Arduino имеется библиотека по работе с CAN-шиной, а также модуль HX711, позволяющий работать с тензодатчиками, что позволяет создать очень дешевую измерительную систему.

На основе Arduino создаются небольшие квадрокоптеры, БЛА, модели движущихся колесных и гусеничных роботов. Они по своим возможностям могут использоваться при создании беспилотных машин, к которым не предъявляются повышенные требования безопасности.

Программирование осуществляется с помощью Arduino IDE на языке C, C++ в среде Windows, Linux. Откомпилированная программа занимает в ОЗУ порядка 20–50 Кб.

Недостатком модулей Arduino в отличие от Fastwel является то, что они имеют температурный диапазон до -30° при требуемых военными -40° и недостаточную надежность (у изготовленных в Китае). Чтобы они выдержали -40° требуется залить ее компаундом и произвести отбор блоков по результатам испытаний по температуре. Так это делается в авиационном приборостроении. А не выдержавшие образцы можно использовать в гражданских изделиях с меньшими требованиями или в качестве запасного. Модули Fastwel более мощ-

ные и надежные (процессор до 1000 МГц, ОЗУ до 1 Гб, стоимость 800\$). Они больше ориентированы на применение в промышленности, судостроении, железнодорожном транспорте. Однако они более громоздкие.

Заключение

На основании вышеприведенного можно сделать следующие выводы.

1. В связи с появившимся более высокими требованиями к безопасности, улучшению условий работы водителей, времени готовности требуется автоматизировать многие функции обеспечения работы автомобилей в первую очередь специальных. Появившиеся дешевые средства автоматизации на базе микроконтроллеров оправдывают их применение.

2. Автоматизацией должны быть охвачены следующие системы автомобилей:

- контроля состояния систем, наличия сообщений об ошибках в системах;
- запуска и управления работой силовой установки;
- безопасности автомобилей на дорогах;
- позиционирования (подъема и горизонтирования) машин и их модулей;
- трансформирования модулей;
- управления освещением и климат-контролем;
- дополнительной охраны.

3. Работу по автоматизации целесообразно начать с системы контроля состояния, системы запуска и управления работой силовой установки. Следующим этапом может быть управление освещением и климат-контролем, безо-

пасности, горизонтирования. На последнем этапе реализация управления охраной.

5. В дальнейшем необходимо объединить перечисленные в п. 2 системы, сделав единую систему управления, управляемую с одного пульта либо панели.

6. Для грузовых автомобилей можно ориентироваться и на более дешевый вариант с учетом требований Заказчика, Здесь можно ограничиться следующими системами:

- контроля состояния систем;
- запуска и управления работой силовой установки, энергоснабжением;
- управления освещением и климат-контролем.

– обеспечение дорожной безопасности.

7. Для автоматизации могут быть использованы микропроцессорные системы на платформе Fastwel, Raspberry, Arduino. Последняя является более дешевой (на порядок ниже чем Fastwel). Однако она имеет гарантированный температурный диапазон -30° при требуемых -40° . Чтобы она выдержала -40° требуется залить ее компаундом и произвести отбор блоков по результатам испытаний по температуре. Так это делается в авиационном приборостроении. А не выдержавшие образцы использовать в гражданских изделиях с меньшими требованиями или в качестве запасного модуля.

Литература

1. **Zeppelin** resents HF-shielded 3:1 shelter [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://zeppelin-mobile.com/zmsshelterhf.pdf>. – Дата доступа: 25.07.2010.
2. **Михайлов, В. Г.** Расчетное исследование влияния параметров подвески сиденья на вибронагруженность рабочего места водителя грузового автомобиля / В. Г. Михайлов, Д. В. Мишута // Сборник научных трудов НАМИ – 2016, № 3 (266), С. 25–34.
3. **Мишута, Д. В.** «Разработка штабных машин мобильных пунктов управления» дис... канд. техн. наук: 05.05.03 / Д. В. Мишута – Минск, 2013. – 191 л.
4. **Михайлов, В. Г.** О колебательной модели грузового автомобиля / В. Г. Михайлов Д. В. Мишута // Автомобильная промышленность – 2016, № 7 С.23–27.
5. **Михайлов, В. Г.** Считывание, первичная обработка ускорений и углов наклона с MPU-6050 и запись бинарных данных на SD карту Arduino Due /Системный анализ и прикладная информатика – 2016, № 4. С. 53–60.
6. **Per Sahlholm** Piecewise Linear Road Grade Estimation /Per Sahlholm, Ather Gattami, Karl Henrik Johansson /Scania CV AB, 2ACCESS Linnaeus Centre Royal Institute of Technology, Sweden, 2011. KTH – School of Electrical Engineering SE-100 44 Stockholm, Sweden TRITA-EE 2011:007. P. 16.
7. **Per Sahlholm** Road Grade Estimation for Look-ahead Vehicle Control/Per Sahlholm _ Karl Henrik Johansson __ Scania CV AB, SE-151 87 Sodertalje, Sweden / _ Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44, Stockholm. P. 7.
8. **Hong S Road** Grade and Vehicle Parameter Estimation for Longitudinal Control Using GPS/ Hong S. Bae1, Jihan Ryu and J. Christian Gerdes. Road Grade Estimation for Look-ahead Vehicle Control Per Sahlholm _ Karl Henrik Johansson __ Scania CV AB, SE-151 87 Sodertalje, Sweden, Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44, Stockholm, P. 7.
9. **Zhang, K.** Road Grade Estimation for On-Road Vehicle Emissions Modeling Using LIDAR Data / Zhang, K., and H. C. Frey, *Proceedings, Annual Meeting of the Air & Waste Management Association*, June 20–23, 2005, Minneapolis, MN. P. 22.
10. **Container** Lifting System 257/ [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.hetek.de/en/home.html>. – Дата доступа: 22.04.2011.
11. **Mobile** Military Shelters / Command Posts [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.armedforces-int.com/suppliers/mobile-command-posts.html>. – Дата доступа: 25.07.2010.
12. **Military** container ISO 1C – medical shelter for patients / [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: www.variel.cz – Дата доступа: 22.04.2011.

References

1. **Zeppelin** resents HF-shielded 3:1 shelter [EHlektronnyj resurs]. – 2010. – Rezhim dostupa: <http://zeppelin-mobile.com/zmsshelterhf.pdf>. – Data dostupa: 25.07.2010.
2. **Mikhailov, V. G.** Raschetnoe issledovanie vliyaniya parametrov podveski siden'ya na vibronagruzhennost' rabocheho mesta voditelya gruzovogo avtomobilya / V. G. Mihajlov, D. V. Mishuta // Sbornik nauchnyh trudov NAMI – 2016, № 3 (266), S.25–34 44–52.
3. **Mishuta, D. V.** «Razrabotka shtabnyh mashin mobil'nyh punktov upravleniya» dis... kand. tekhn. nauk: 05.05.03 / D. V. Mishuta – Minsk, 2013. – 191 l.
4. **Mikhailov, V. G.** O kolebatel'noj modeli gruzovogo avtomobilya / V. G. Mikhailov D. V. Mishuta // Avtomobil'naya promyshlennost' – 2016, № 7 S.23–27.
5. **Mikhailov, V. G.** Schityvanie, pervichnaya obrabotka uskorenij i uglov naklona s MPU-6050 i zapis' binarnykh dannyh na SD kartu Arduino Due /Sistemnyj analiz i prikladnaya informatika – 2016, № 4. S.53–60.
6. **Per Sahlholm** Piecewise Linear Road Grade Estimation /Per Sahlholm, Ather Gattami, Karl Henrik Johansson /Scania CV AB, 2ACCESS Linnaeus Centre Royal Institute of Technology, Sweden, 2011. KTH – School of Electrical Engineering SE-100 44 Stockholm, Sweden TRITA-EE 2011:007. P. 16.
7. **Per Sahlholm** Road Grade Estimation for Look-ahead Vehicle Control/Per Sahlholm _ Karl Henrik Johansson __ Scania CV AB, SE-151 87 Sodertalje, Sweden /_ Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44, Stockholm. P. 7.
8. **Hong S Road** Grade and Vehicle Parameter Estimation for Longitudinal Control Using GPS/ Hong S. Bae1, Jihan Ryu and J. Christian Gerdes. Road Grade Estimation for Look-ahead Vehicle Control Per Sahlholm _ Karl Henrik Johansson __ Scania CV AB, SE-151 87 Sodertalje, Sweden, Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44, Stockholm, P. 7.
9. **Zhang, K.** Road Grade Estimation for On-Road Vehicle Emissions Modeling Using LIDAR Data / Zhang, K., and H. C. Frey, Proceedings, Annual Meeting of the Air & Waste Management Association, June 20–23, 2005, Minneapolis, MN. P. 22.
10. **Container** Lifting System 257/ [Elektronnyj resurs]. – 2016. – Rezhim dostupa: <http://www.hetek.de/en/home.html>. – Data dostupa: 22.04.2011.
11. **Mobile** Military Shelters / Command Posts [Elektronnyj resurs]. – 2010. – Rezhim dostupa: <http://www.armedforces-int.com/suppliers/mobile-command-posts.html>. – Data dostupa: 25.07.2010.
- 12 **Military** container ISO 1C – medical shelter for patients /-[Elektronnyj resurs]. – 2016. – Rezhim dostupa: www.variel.cz – Data dostupa: 22.04.2011.

Поступила
14.09.2017

После доработки
27.09.2017

Принята к печати
15.12.2017

Mikhailov V. G.

APPLICATION OF MICROPROCESSOR SYSTEMS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Questions of application of microprocessor systems for their automation are considered an automation condition on existing designs of truck. It is noticed that now the majority of truck exhausted in the CIS are automated only partially. By automation are captured: control, preliminary treatment of a condition of systems and the information on them; control of start, partially control by power-plant work; control of sprinkling fuel; control of power supply; control of brakes, antiblocking systems, airbags; climate control maintenance; illumination.

Scopes of microprocessor systems in cars and microcontrollers used for this purpose taking into account that now it is required to expand areas of automation of systems of cars considerably are considered. The analysis of systems and the functions which are subject to automation for truck and special cars is carried, questions of application of microprocessor systems for reception of experimental data on roads (microprofile and longitudinal cross-section) and their use at car modelling, and also maintenance of road safety: distance maintenance between cars, control of blind zones; an exception засыпания the driver during movement, reduction of harmful influence from noise and vibrations.

It is offered complexing realised functions and systems of their control. The short description and a substantiation of expediency of application of means of automation on the basis of the cheap microprocessor modules Arduino is given, allowing considerably to reduce quantity of used microcontrollers. Block diagrammes of realisation of problems of traction dynamics in

package MatLab/Simulink, transformations and horizonting of truck and special cars by means of MC Arduino are resulted. Recommendations to introduction of systems of automation for truck and special cars are made.

Keywords: Automation, the Truck, vibrations, traction dynamics, microprocessor modules and control systems, Arduino.



Михайлов Владимир Георгиевич канд. техн. наук 05.05.03, РБ, Минск, Специалист в области разработки систем CALS/PLM (PDM, ERP), программирования, автомобилестроения, моделирования динамических систем в пакетах MATLAB\SIMULIK, оценки напряженно-деформированного состояния в пакете ANSYS, испытаний подвесок, рам ТС, пневматики, гидравлики, тензометрирования,

Tel.: + 375-(029)785-09-16. E-mail: sapr7@mail.ru.

Mikhailov V. G. (S'72–M'76–SM'80) received the D. degree (Cand. Tech. Sci., mechanical Engineering) from the Belarussian Polytechnical institute of Belarus, Minsk, in 1982.

He was a Senior Research and Engineer-designer at Minsk Automobile plant, from 1972 to 1984, Leading Research, Chief of Research laboratory in CenterSystem, Minsk (design and development ERP) from 1984 to 1991, and was leading Engineer-designer at Minsk Wheel plant from 1994 to 2010, from 2010 to 2017 was a leading engineer of Open Stock Company «Midivisana», Republic Belarus, Minsk. His research interests include design and development of Software PDM, ERP, application Oracle on C++, PL/SQL, Java, programming MC, modeling dynamic systems, vibration.

The expert in the field of system engineering CALS/PLM (PDM, ERP), programming MC, motor industry, modeling of dynamic systems in packets MATLAB\SIMULIK (with S-Function Builder), estimations of the intense-deformed state in packet ANSYS, to tests of suspension, frames of the vehicle, a pneumatics, hydraulics.