

УДК 629.113.06

Д.А. ДУБОВИК, В.В. САВЧЕНКО, кандидаты техн. наук

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск

## БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ МАШИН: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

*Рассматриваются основные направления научных исследований научно-технического центра «Автомобильной электроники и электромеханики», полученные результаты и их апробация. Представлены основные разработки структурных подразделений центра, поставленные на серийное производство на заводах радиоэлектронного профиля Республики Беларусь, а также краткосрочные и среднесрочные перспективные задания, выполняемые в интересах машиностроительного комплекса.*

**Ключевые слова:** мобильная машина, бортовая мехатронная система, гибридная силовая установка, трансмиссия, система «человек — машина», антиблокировочная система (АБС), комплексная информационно-управляющая система (КИУС), антиблокировочно-противобуксовочная система (АБС/ПБС)

В научно-техническом центре (НТЦ) «Автомобильной электроники и электромеханики» исследования и разработки по направлению «бортовые системы диагностики, управления и их компоненты» выполняются в отделе автомобильной электроники и электромеханики (зав. отделом Белоус М.М., к.т.н., доцент), лаборатории бортовых мехатронных систем мобильных машин (зав. лабораторией Белевич А.В.) и лаборатории электрогидравлических систем управления (зав. лабораторией Строк Е.Я., к.т.н., доцент). В рамках цикла 2011—2015 годов по ГПНИ «Механика, техническая диагностика, металлургия», подпрограмма «Механика», выполняются, в кооперации с другими подразделениями Института следующие комплексные задания: «Развитие научных основ проектирования гибридных силовых установок и их компонентов (мотор-генераторов, высокоскоростных редукторных узлов, устройств рекуперации энергии и электронных систем управления) для типажей выпускаемой в республике автомобильной и карьерной техники и их исследование на натуральных моделях», где лаборатория бортовых мехатронных систем мобильных машин выполняет этап «Развитие научных основ проектирования и алгоритмов функционирования гибридных силовых установок мобильных машин, макетирование компонентов, в том числе многоуровневых электронных систем управления, выполненных на базе единой программно-аппаратной платформы, экспериментальные исследования компонентов в составе ходового макета с гибридной силовой установкой» (научный руководитель — Красневский Л.Г., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., проф.; ответственный исполнитель — Белевич А.В.); «Развитие теории рабочего процесса, методов расчета и проектирования двигателей и гидромеханических трансмиссий для высокомоментной автомобильной техники на основе перспективной компонентной базы», в котором лаборатория бортовых мехатронных систем мобильных машин выполняет этап «Теоретические и экспериментальные исследования конструкций и особенностей управления автоматизиро-

ванных преселекторных трансмиссий. Развитие научных основ проектирования бортовых мехатронных систем управления трансмиссиями мобильных машин» (научный руководитель — Красневский Л.Г., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., проф.; ответственный исполнитель — Белевич А.В.); «Развитие принципов построения комплекса современных бортовых систем управления и диагностики транспортных средств и разработка рекомендаций по их промышленному применению» (научные руководители — Красневский Л.Г., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., проф.; Дубовик Д.А., к.т.н., доцент; ответственные исполнители по тематике структурных подразделений — Савченко В.В., Белоус М.М., Строк Е.Я. и Белевич А.В.).

По данным аналитического агентства Databeans (<http://www.pcweek.ru/themes>), мировой рынок автомобильной электроники находится на стадии стабильной подъема. По данным агентства, общий объем производства к 2013 году достигнет 173,7 млрд долл. США. Прогнозируется существенное увеличение объема продаж в связи с ожидаемым уже в ближайшей перспективе массовым выводом на рынок транспортных средств с гибридными приводами.

По экспертным оценкам средневзвешенный удельный вес электронных (включая мехатронные) систем в выпускаемых предприятиями Республики Беларусь мобильных машинах составляет около 8 %, при этом, например, на современном модельном ряду зарубежных седельных тягачей — это 20—25 %; наблюдаемый ежегодный прирост: 2—3 %. Для гибридных авто- и электромобилей эта цифра составляет уже порядка 40 %.

Научные результаты, получаемые подразделениями в ходе выполнения заданий подпрограммы «Механика», как правило, используются как заделы, решающие системные проблемы, и как материалы для разработки технических заданий и обоснования новых заданий ГНТП в интересах машиностроительного комплекса нашей страны, опубликованы в ведущих научных журналах [1—6].

С 2006 года новизна разработанных решений подтверждена и защищена 5 патентами Республики Беларусь и 5 патентами Российской Федерации на изобретения, 23 полезными моделями и 1 свидетельством о регистрации компьютерной программы.

При реализации ГНТП «Машиностроение» в 2006—2010 годах исследования по разработке и освоению производства автотракторной электроники проводились по 15 отдельным заданиям, а также в рамках этапов ряда заданий по разработке и освоению производства автотракторной и сельскохозяйственной уборочной техники.

Работы проводились по следующим направлениям: разработка и освоение производства бортовых систем и компонентов; выполнение НИОКР по разработке бортовых систем и компонентов с последующим их освоением в производстве в период реализации последующего цикла программы.

Основными участниками заданий по разработке и освоению производства бортовой автотракторной электроники выступали: ОАО «Экран», ОАО «МПОВТ», ОАО «Измеритель», ЧНИУП «СКБ Запад», ОАО «Интеграл» (Минпром), ОАО «СКБ Камертон», ОАО «Агат — электромеханический завод» (Госкомвоенпром).

Общая координация работ, выполнение отдельных заданий и этапов НИОКР осуществлялись головной организацией — ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси».

Всего в период с 2006 по 2010 год завершена разработка и освоено производство более десятка новых изделий автотракторной электроники. К наиболее значимым из них можно отнести следующие:

- электронная система управления торможением прицепа транспортного средства с функцией обеспечения устойчивости движения (разработчик — Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, изготовитель — ОАО «Экран», потребитель — ОАО «МАЗ»);

- бортовая комплексная многоуровневая информационно-управляющая система для семейства автобусов МАЗ (разработчик — Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, изготовитель — ОАО «Экран», потребитель — филиал АМАЗ ОАО «МАЗ»);

- блок контроля и индикации технологических режимов работы комбайна (разработчик — ЧНИУП «СКБ Запад», изготовитель — ОАО «Цветотрон» ОАО «Интеграл», потребитель — ПО «Гомсельмаш»);

- комплекс электронных приборов для автомобилей семейства МАЗ, состоящий из: блока бортовой системы контроля и диагностики, блока индикации режимов работы электронных систем на светодиодах, блока управления системой отопления и микроклимата (разработчик и изготовитель — ОАО «МПОВТ»);

- бортовая мультиплексированная электронная система индикации управления и коммутации на основе интерфейса CAN для автомобилей семейства МАЗ-6430 (разработчик и изготовитель — ОАО «МПОВТ»);

- микропроцессорная система контроля массы для буксируемого кормораздатчика ОАО «Бобруйскагромаш» (разработчик — ЧНИУП «СКБ Запад», изготовитель — ОАО «Цветотрон» ОАО «Интеграл»);

- блок интерфейсный унифицированный для двигателей Евро-3, 4 с шиной CAN (разработчик и изготовитель — ОАО «МПОВТ», потребитель — ОАО «МАЗ»);

- рулевое колесо с устройством мультиплексного управления электронным оборудованием для автомобилей семейства МАЗ (разработчик и изготовитель — ОАО «МПОВТ»);

- бортовая информационно-управляющая система для зерноуборочной техники ОАО «Гомсельмаш» (разработчик — ЧНИУП «СКБ Запад» ОАО «Интеграл», изготовитель — ОАО «Цветотрон» ОАО «Интеграл»);

- автоматизированная система управления опрыскивателем ПТ ЧУП «АЗАТ» (разработчик и изготовитель — ЧНИУП «СКБ Запад» ОАО «Интеграл»).

В лаборатории эргатических систем (зав. лабораторией Маньшин Г.Г., член-кор. НАН Беларуси, д.т.н., проф.) разработана экспериментальная бортовая система мониторинга функциональных состояний операторов транспортных систем «человек — машина» (ответственный исполнитель — Савченко В.В., к.т.н.) [7, 8]. С использованием экспериментальной системы (совместно с БелНИИТ «Транстехника») проведены квалификационные испытания установочной серии систем поддержания работоспособности водителей (СПРВ) [9]. Межведомственная комиссия в составе специалистов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь и его подведомственных организаций, Управления государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел Республики Беларусь, Белорусской ассоциации международных автомобильных перевозчиков, Объединенного института машиностроения НАН Беларуси рекомендовали осуществить внедрение СПРВ в автотранспортных организациях, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов в междугороднем и международном сообщении.

Выпуск вновь освоенной в указанный период продукции осуществляется и в настоящее время с учетом потребностей инновационного развития машиностроительного комплекса и значительным ростом объемов производства по годам.

Кроме того, в период с 2006 по 2010 год осуществлялся выпуск продукции автомобильной электроники, разработанной до 2006 года с участием отдела автотракторной электроники и электромеханики Объединенного института машиностроения НАН Беларуси. Например, выпуск ОАО «Экран» в 2006—2010 годах одной только антиблокировочной системы (АБС) тормозов магистральных автомобилей и автопоездов составил более 74,9 тыс. комплектов на общую сумму без НДС

58,24 млрд руб. или 20,21 млн долл. США. Из них около 42,9 тыс. комплектов реализованы как импортозамещающая продукция на внутреннем рынке. Кроме того, система АБС была адаптирована для установки на автомобили ОАО «КАМАЗ», ОАО «Автомобильный завод «Урал», автобусы ОАО «Павловский автобус», ООО «Ликийский автобусный завод», ЗАО «Мичуринский Автобус» и др. в объемах 32 тыс. комплектов на сумму более 8,63 млн долл. США поставлена на экспорт в Российскую Федерацию. Таким образом, в 2006—2010 годах отчисления в бюджет от выпуска одной только АБС в несколько раз превысили бюджетные затраты на НИОКР по всем заданиям ГНТП «Машиностроение» по разработке автомобильной электроники.

Объем выпуска ОАО «Экран» комплектов АБС в 2011 году и за 5 месяцев 2012 года составил 24 030 комплектов на сумму 47 млрд руб. или более 8,39 млн долл. США.

С 2009 года ОАО «Экран» начаты поставки разработанной ранее системы АБС/ПБС. Если в 2009 году объем выпуска системы АБС/ПБС составил всего 15 комплектов, то уже за период с 2010 года по июнь 2012 года выпуск данной системы достиг 18,06 тыс. комплектов на общую сумму 33,75 млрд рубл. или более 6,38 млн долл. США. Они реализованы ОАО «МАЗ» на внутреннем рынке как импортозамещающая продукция, работы выполнялись с участием специалистов отдела автотракторной электроники и электромеханики.

Разработанные с участием специалистов лаборатории электрогидравлических систем управления [10—13] и освоенные в производстве на ОАО «Измеритель» в рамках ГНТП «Машиностроение», ГНТП «Радиоэлектроника» и ГП «Импортозамещение», бортовые системы и компоненты поставляются на ПО «МТЗ»:

- компоненты комплекса программно-аппаратных средств управления рабочими органами мобильных машин, объемы выпуска: 2008 г. — 204 блока — 214,9 млн руб.; 2009 г. — 875 комплектов — 1008,9 млн руб.; 2010 г. — 658 комплектов — 936,9 млн руб.; 2011 г. — 1409 комплектов — 3092,9 млн руб.; всего — на сумму 5253,6 млн руб. или более чем на 1 445 тыс. долл. США;
- система управления электрогидравлическими распределителями внешних потребителей с возможностью программирования последовательности выполняемых операций, объем выпуска: 2009 г. — 436 блоков — 863,9 млн руб.; 2010 г. — 2430 блоков — 3860,4 млн руб.; 2011 г. — 761 блок — 1583,3 млн руб.; всего — на сумму 6037,6 млн руб. или более чем на 1 940 тыс. долл. США;
- компоненты системы управления подачей топлива в мобильных машинах (электронная педаль и сенсор ручного управления) с двигателями Евро-3, 4, объем выпуска: 2011 г. — 3 161 штук — 1105,3 млн руб. или почти на 240 тыс. долл. США.

Выпущенная продукция реализована ОАО «МАЗ» и ПО «МТЗ» как импортозамещающая, и

значительная часть в составе готовых изделий была экспортирована. Считается, что ориентировочно 70 % продукции указанных заводов поставляется на экспорт.

Учитывая ежегодно возрастающий спрос машиностроительных предприятий на бортовые системы управления и их компоненты, а также импортозамещающий характер и экспортоориентированную направленность разрабатываемой продукции, высокую окупаемость затрачиваемых на разработку бюджетных средств, в рамках нового цикла ГНТП «Машиностроение» на 2011—2015 годов выполняется 12 самостоятельных заданий, 4 работы содержат этапы в составе заданий по разработке и освоению производства мобильной техники и 3 задания находятся в стадии проработки и согласований с планируемым сроком реализации с 2012 года. Подразделения НТЦ «Автотракторной электроники и электромеханики» ведут работы в кооперации с ОАО «Экран», ОАО «МПОВТ», ОАО «Измеритель» в интересах ОАО «МАЗ», ПО «МТЗ», ОАО «БелАЗ», ОАО «Амкадор», ОАО «ВЗЭП» и ЧНИУП «СКБ Запад» (совместно с ОАО «Цветотрон») самостоятельно выполняют задания в интересах ОАО «МАЗ», ПО «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Брестсельмаш», ОАО «Лидсельмаш».

Основными объектами импортозамещения в области бортовой электроники для машиностроения в 2011—2015 годы станут:

- антиблокировочная система для прицепного состава с функцией противоопрокидывания;
- система контроля продольной (курсовой) устойчивости тягача большегрузного автопоезда;
- мехатронная система управления гидромеханической передачей карьерных самосвалов БелАЗ;
- система автоматического управления трансмиссией самоходного погрузчика ОАО «Амкадор»;
- система контроля и управления технологическим процессом внесения органических удобрений;
- система дистанционного контроля транспортных средств;
- центральный коммутационный блок с мультиплексной системой связи нового поколения;
- новое поколение информационного комплекса для работы в составе мультиплексной системы электрооборудования грузовых автомобилей «МАЗ»;
- бортовая информационно-управляющая система универсального энергетического средства «Полесье»;
- система управления и контроля точности внесения минеральных удобрений с индикацией веса;
- система контроля и управления технологическим процессом внесения органических удобрений;
- сетевая система управления электрооборудованием автомобилей МАЗ на основе комбинации электронных блоков и щитка приборов нового поколения;
- бортовая комплексная многоуровневая информационно-управляющая система для семейства автобусов МАЗ.



Подразделениями центра ведутся работы над созданием опытного образца устройства вибромониторинга редуктора мотор-колес и интегрированием его в бортовую контрольно-диагностическую систему карьерного самосвала, его испытаниями в реальных условиях эксплуатации (совместно с отделом динамического анализа и вибромониторинга) [14], разработка опытного образца системы управления верхнего уровня тяговым электроприводом гусеничного трактора общего назначения [15], системы управления приводами колес полноприводных или многоприводных автомобилей [16], экспериментальных образцов электронных модулей для построения интегрированной электронной системы управления автопоездом МАЗ. В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве с ОАО «Интеграл» ведется работа по созданию опытного образца системы полуавтоматического управления трансмиссией трактора «Беларус 2422» на базе комплекта электронных модулей производства ОАО «Интеграл» — компонентах единой программно-аппаратной платформы построения интегрированных электронных систем мобильных машин [17, 18].

Общий вид и характеристики основных разработок Центра представлены на страницах 41—44 и на официальном Интернет-сайте Объединенного института машиностроения НАН Беларуси в рубрике «Журнал «Механика машин, механизмов и материалов». Содержание журнала № 3(20) — 4(21) 2012».

Подразделениями НТЦ «Автотракторной электроники и электромеханики» ведутся перспективные проработки по следующим основным направлениям: иерархическим бортовым системам управления основными агрегатами, узлами и периферийным электрооборудованием, включая электропривод, динамической стабилизации транспортного средства и его траекторного движения [19], проектированию систем управления исполнительными механизмами для направления «точное земледелие» и их интеграции в системы более высокого иерархического уровня, унифицированного семейства перспективных трансмиссий с мехатронными системами управления для мобильных машин и др. [20—23].

Сотрудники Центра принимают активное участие в работе межведомственной рабочей группы Министерства промышленности и совместной российско-белорусской рабочей группы по разработке и сопровождению проекта программы Союзного государства «Разработка и создание нового поколения электронных компонентов для систем управления и безопасности автотранспортных средств специального и двойного назначения» на 2013—2016 годы (шифр «Автоэлектроника»).

Государственный заказчик — координатор от Российской Федерации — Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

Государственный заказчик от Республики Беларусь — Министерство промышленности Республики Беларусь.

В настоящее время совместно с головной организацией Министерства промышленности Республики Беларусь по разработке проекта программы ОАО «Интеграл» подготовлена концепция программы и идет ее согласование с заинтересованными министерствами и ведомствами Российской Федерации и Республики Беларусь:

- в Российской Федерации концепцию согласовали Минобороны и Минобразования. Головной исполнитель от России — ОАО «НПП «Радар ммс» согласовал концепцию и получил поддержку от крупнейших российских производителей брендов КАМАЗ, ГАЗ, УРАЛ. В настоящее время концепция рассматривается в Минэкономразвития Российской Федерации;

- в Республике Беларусь концепцию согласовали Минпром, НАН Беларуси, ГКНТ, Госкомвоенпром, Минтранс, Минэкономики, рассматривало Министерство финансов, поддержали ОАО «МАЗ», ОАО «БелАЗ», ОАО «МЗКТ», ОАО «ММЗ», ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», ОАО «Интеграл». Проект постановления Совета Министров Республики Беларусь об одобрении концепции согласовали следующие органы государственного управления: Минпром, ГКНТ, Госкомвоенпром, Минэкономики и МИД.

В соответствии с Резолюцией № 1 от 29 ноября 2010 года Совета Министров Союзного государства программа внесена в Примерный перечень приоритетных научно-технических и инновационных программ и проектов Союзного государства для их дальнейшей разработки, утверждения и реализации.

Перечень мероприятий проекта программы включает 6 разделов:

*Раздел 1. Системы управления движением автотранспортных средств.*

*Раздел 2. Электронные интеллектуальные системы обеспечения безопасности.*

*Раздел 3. Системы управления электрооборудованием и микроклиматом автотранспортных средств.*

*Раздел 4. Системы сбора информации, контроля и диагностики.*

*Раздел 5. Электронные системы связи.*

*Раздел 6. Датчики и радиоэлектронные элементы систем автомобиля.*

В проект Перечня мероприятий программы включено 35 заданий, из них 21 задание для совместного исполнения организациями Республики Беларусь и Российской Федерации, 5 заданий организациями Республики Беларусь и 9 заданий организациями Российской Федерации. Планируемый объем финансирования в целом по программе — 4786,35 млн руб., от Российской Федерации — 3105,6 млн руб., от Республики Беларусь — 1680,75 млн руб.

## ОСНОВНЫЕ РАЗРАБОТКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЦЕНТРА

### 1. Программно-аппаратная платформа построения интегрированных систем управления и диагностики мобильных машин с интеллектуальной периферией.

**Назначение.** Разработка предназначена для создания систем управления и диагностики любого функционального назначения на базе типоразмерного ряда унифицированных электронных модулей с базовым программным обеспечением (компонентов единой программно-аппаратной платформы), взаимодействующих по различным типам каналов связи.

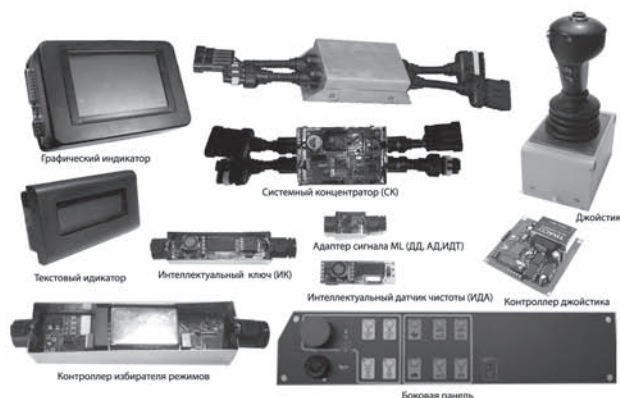
**Краткое описание.**

*Графический индикатор* – предназначен для отображения графической информации о режимах работы системы. Информация для отображения передается по каналу CAN 2.0В.

*Текстовый индикатор* – предназначен для представления водителю текстовых сообщений с использованием стандартного набора символов. Информация для отображения передается по каналу CAN 2.0В.

*Системный концентратор* – вычислительный центр, предназначенный для отработки функциональных алгоритмов системы и организации межсистемного взаимодействия. Содержит два независимых канала CAN 2.0В, один канал ML и один LIN.

*Интеллектуальный ключ* – периферийный модуль, обеспечивающий потенциальное и широтно-модулированное управление нагрузкой с обратной связью по току на основании цифровых команд получаемых по каналу CAN 2.0В.



*Интеллектуальный датчик частоты* – периферийный модуль, обеспечивающий цифровую обработку частотного сигнала (включая методы фильтрации) и передачу полученной информации по каналу CAN 2.0В.

*Адаптер сигнала ML* – периферийный модуль, обеспечивающий обработку двух дискретных или одного аналогового сигнала и передачу полученной информации по последовательному каналу связи MicroLan.

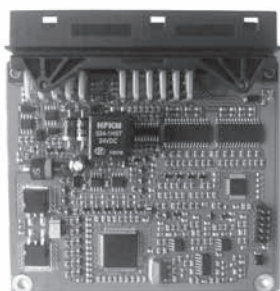
*Джойстик* – обеспечивает фиксацию движений рукоятки в четырех направлениях, а также обработку трех вспомогательных кнопок и переключателя.

*Контроллер избирателя режимов* – электронный модуль, обеспечивающий работу с любым типом избирателя (кнопки, джойстик, переключатели), фильтрацию получаемых значений и их передачу по каналу CAN 2.0В.

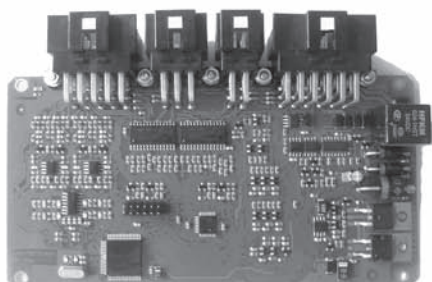
### 2. Системы управления антиблокировочным торможением (АБС) и антиблокировочным торможением/буксованием (АБС/ПБС) автопоездов.

**Назначение.** Повышение активной безопасности магистральных автопоездов и автобусов за счет улучшения устойчивости, управляемости при торможении и разгоне на дорогах с низким и переменным коэффициентом сцепления колес с дорожным покрытием. Удовлетворение требованиям Правил ЕЭК ООН № 13.

**Краткое описание.** В состав системы управления входят программируемый микропроцессорный контроллер, датчики частоты вращения колес, модуляторы тормозного давления, дифференциальный клапан, соединительный кабель. Контроллер производит прием и обработку информации от датчиков частоты вращения колес, выдачу управляющих команд на модуляторы тормозного давления и дифференциальный клапан, передачу и прием команд по протоколу интерфейса данных CAN, осуществляет контроль исправности подключенных элементов системы, сохранение информации об отказах и предаварийных режимах работы.



Антиблокировочная система (АБС)



Антиблокировочно-противобуксовочная система (АБС/ПБС)



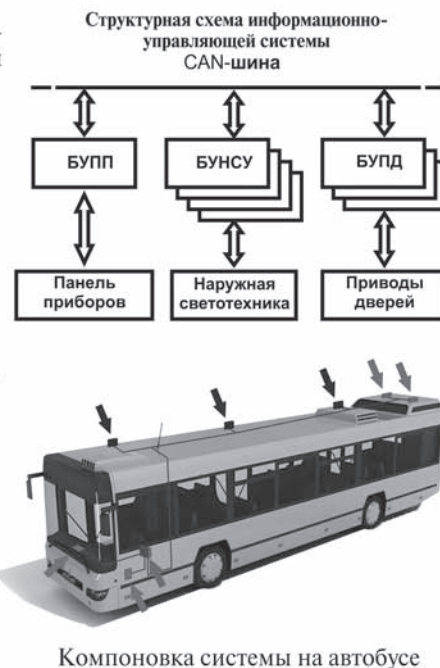


### 3. Бортовая комплексная многоуровневая информационно-управляющая система (КИУС) автобусов семейства МАЗ.

**Назначение.** Система КИУС предназначена для использования в системе бортового электрооборудования и приводов автобусов семейства МАЗ. Позволяет отказаться от электрических жгутов на автобусе (длина проводов одного автобуса составляет до 4,5 км), что экономит цветные металлы (несколько десятков килограмм) и существенно сокращает время и трудозатраты по монтажу бортовой электрической сети автобуса.

**Краткое описание:**

- получение управляющих команд от водителя на включение/выключение узлов электрооборудования и приводов, подаваемых при помощи соответствующих кнопок и выключателей на панели управления;
- включение/выключение соответствующих контрольных ламп на панели управления;
- передача-прием команд между блоками управления по последовательному каналу CAN;
- управление светотехническими устройствами автобуса (фары, габаритные огни, стоп-сигналы и т.п.);
- управление приводами дверей автобуса;
- выполнение функций реле поворотов и аварийной сигнализации;
- диагностирование и сохранение информации об отказах элементов системы и контролируемых узлов автобуса;
- вывод диагностической и служебной информации в соответствии с требованиями ISO 9141 и ISO/TC22 1956.



Блок управления панели приборов



Блок управления светотехникой



Блок управления приводом дверей

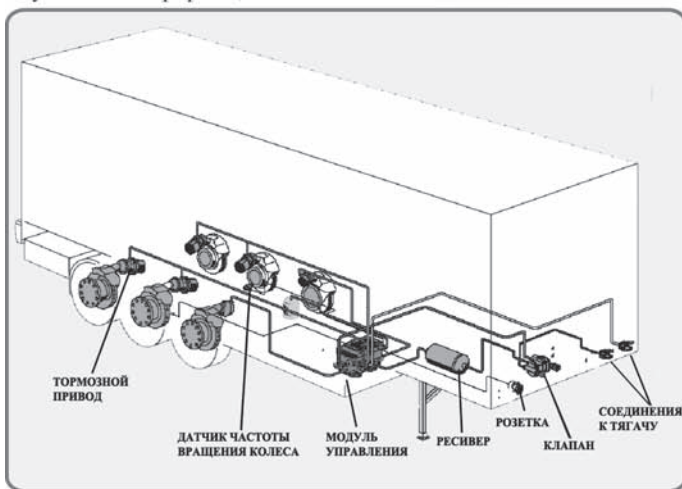
### 4. Электронная система управления торможением прицепного транспортного средства с функцией обеспечения устойчивости движения.

**Назначение:**

- управление торможением прицепа (полуприцепа) с функцией обеспечения устойчивости движения (ТЕBS);
- антиблокировочное регулирование (АБС);
- антипробуксовочное регулирование (АОС);
- регулирование тормозных сил в зависимости от загрузки (РТС);
- контроль износа тормозных накладок прицепа;
- диагностирование, сохранение и вывод диагностической и служебной информации об отказах элементов системы.



Ходовые испытания системы на полигоне



Компоновка системы на прицепе



Интегрированный электронно-пневматический модуль управления тормозами прицепа

**Краткое описание.** Система представляет собой моноблок, содержащий микропроцессорную плату управления, датчик поперечного и продольного ускорения, 5 датчиков давления воздуха в управляющей магистрали, в ресивере, на пневматических выходах блока и в баллонах пневмоподвески, 6 электропневмоклапанов управления давлением в тормозных камерах. К моноблоку подключаются 2 (базовая система 2S/2M) либо 4 (расширенная система 4S/2M) датчика частоты вращения колеса, до 6 датчиков износа тормозных накладок контактного типа и 2 контрольные лампы.

### 5. Электрогидравлическая система автоматического управления навесным устройством трактора.

**Назначение.** Система предназначена для управления навесным устройством трактора в ручном (подъем навесного устройства от нижнего до транспортного положения и его опускание) и автоматическом (позиционирование навесного устройства по тяговому сопротивлению или по координате относительно остова трактора) режимах, а также для активного демпфирования вертикальных колебаний трактора, агрегатированного с навесным орудием, при транспортных переездах.

**Краткое описание.** Система содержит два магнитоупругих силоизмерительных датчика, установленных в шарнирах нижних тяг навесного устройства, бесконтактный датчик углового положения поворотного вала навесного устройства, микропроцессорный контроллер, электрогидравлический клапанно-золотниковый регулятор, электрически и гидравлически связанный соответственно с контроллером и силовыми гидроцилиндрами привода навесного устройства, а также основной и выносной пульта управления.



Компоненты электрогидравлической системы управления навесным устройством трактора

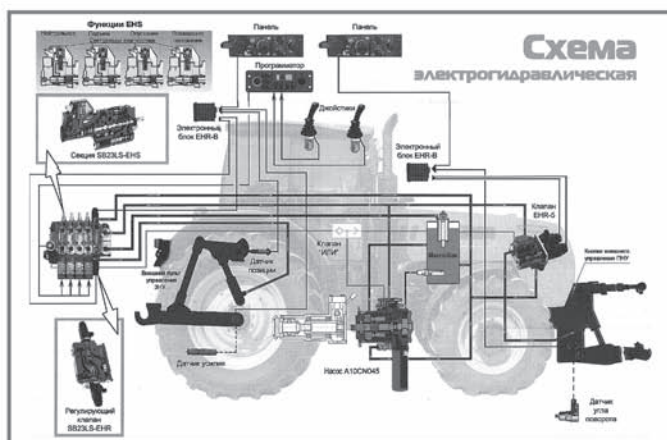


Пахотный агрегат, оборудованный электрогидравлической системой управления навесным устройством

### 6. Система программного управления внешними потребителями тракторов «Беларус».

**Краткое описание.** В состав системы управления входят: программируемый микропроцессорный контроллер, органы дистанционного управления (джойстики) и индикации, а также соединительный кабель. Система обеспечивает непрерывное управление 4 распределительными секциями внешних потребителей по заданному алгоритму с возможностью индикации выполняемых по программе функций управления посредством индикаторов. При этом предусмотрены функция диагностики и возможность перевода с автоматического управления на ручное.

**Назначение.** Система предназначена для ручного и программного управления гидрофицированными внешними потребителями энергонасыщенных тракторов.



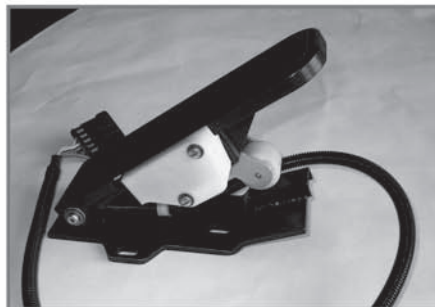
Установка компонентов системы программного управления в кабине трактора



### 7. Компоненты системы управления подачей топлива в мобильных машинах (электронная педаль и сенсор ручного управления) с двигателями Евро-3, 4.

**Назначение.** Электронная педаль и сенсор ручного управления предназначены для управления подачей топлива в составе микропроцессорной системы питания дизельного двигателя Евро-3, 4.

**Краткое описание.** В состав мехатронных компонентов системы управления подачей топлива входят электронная педаль и сенсор ручного управления, которые содержат программируемые датчики угла поворота с независимыми электрическими выходами, переключатели холостого хода, механизм фиксации угла наклона органа управления и присоединительные жгуты с разъемами.



Электронная педаль

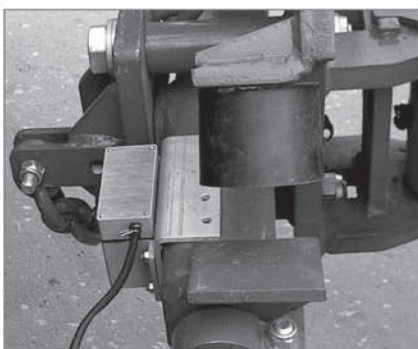


Сенсор ручного управления

### 8. Система бесконтактного копирования рельефа почвы машинно-тракторного агрегата.

**Назначение.** Система предназначена для выполнения агротехнических операций пахотными и посевными машинно-тракторными агрегатами при копировании рельефа почвы.

**Краткое описание разработки.** Система содержит ультразвуковой датчик расстояния, размещенный на сельскохозяйственной машине агрегата и соединенный посредством электронного адаптера с контроллером электрогидравлической системы управления задним навесным устройством трактора. Копирование рельефа почвы реализуется посредством коррекции положения нижних тяг навесного устройства при изменении высоты расположения машины относительно почвы.



Установка на тракторе МТЗ



Основные предприятия-участники программы от Республики Беларусь: ОАО «МАЗ» («АМАЗ»), ОАО «БелАЗ», ОАО «ММЗ», ОАО «МЗКТ», ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», ОАО «Интеграл», ОАО «Экран», ОАО «МПОВТ», ОАО «Измеритель», ОАО «ВЗЭП», ОАО «ГОРИЗОНТ», ОАО «Руденск», БГУИР, ОАО «СКБ Камертон», НП РУП КБТЭМ-ОМО.

Совместное исполнение заданий наши предприятия и организации планируют выполнять с ведущими Российскими участниками проекта программы специализирующимися на разработке и производстве бортовых систем управления и их компонентов: ОАО «НПП «Радар ммс» (г. Санкт-Петербург) — головное предприятие Министерства промышленности и торговли Российской Федерации по автоэлектронике, ОАО «Автоэлектроника» (г. Калуга), ОАО «Научно-конструкторское бюро вычислительных систем» (г. Таганрог), ООО «АБИТ» (г. Санкт-Петербург), «Научно-исследо-

вательский и экспериментальный институт автомобильной электроники и электрооборудования» (г. Москва), ЗАО «Автокомпоненты и оборудование», (г. Санкт-Петербург), НПЦ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана (г. Москва), ФГУП «21 Научно-исследовательский испытательный институт Министерства обороны Российской Федерации» (Московская обл., г. Бронницы) и др.

Подразделения Объединенного института машиностроения НАН Беларуси в кооперации с основными участниками проекта от Республики Беларусь и Российской Федерации планируют участвовать в выполнении базовых мероприятий программы, ориентированных на разработку нового поколения ключевых бортовых систем диагностики, управления и их компонентов для проектируемых перспективных моделей мобильных машин и приглашают к взаимовыгодному сотрудничеству все заинтересованные учреждения и предприятия.



## Список литературы

1. Высоцкий, М.С. Активная безопасность колесных машин на основе регулирования тяговых усилий колес / М.С. Высоцкий, Д.А. Дубовик // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. — 2006. — Т. 50, № 5. — С. 106—112.
2. Высоцкий, М.С. Обеспечение управляемости колесных машин при проектировании систем регулирования тягового усилия / М.С. Высоцкий, Д.А. Дубовик // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В: Прикладные науки. — 2006. — № 6. — С. 2—8.
3. Дубовик, Д.А. Превентивное управление приводом ведущих колес многоприводных колесных машин / Д.А. Дубовик // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. — 2009. — № 1. — С. 47—53.
4. Способ управления дифференциалами привода ведущих мостов многоприводных колесных машин / М.С. Высоцкий [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. — 2009. — № 2. — С. 13—23.
5. Дубовик, Д.А. Интегрированное управление касательными силами тяги ведущих колес / Д.А. Дубовик // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. — 2010. — № 2. — С. 34—38.
6. Высоцкий, М.С. Оценка рассогласования кинематики поворота управляемых колес мобильной машины / М.С. Высоцкий, Д.А. Дубовик, Ю.И. Николаев // Вестн. машиностроения. — 2010. — № 10. — С. 29—34. = Vysotskii, M.S. Mismatch of Rotational Kinematics of Controllable Truck Wheels / M.S. Vysotskii, D.A. Dubovik, Yu.I. Nikolaev // Russian Engineering Research. — 2010. — Vol. 30, No. 10. — Pp. 989—994.
7. Савченко, В.В. Бортовая система мониторинга функционального состояния оператора транспортного средства / В.В. Савченко // Механика машин, механизмов и материалов. — 2012. — № 1(18). — С. 20—25.
8. Савченко, В.В. Оптимизация параметров семантической биологической обратной связи в системах мониторинга функционального состояния операторов / В.В. Савченко // Проблемы управления и информатики. — 2009. — № 1. — С. 124—129. = Savchenko, V.V. Optimization of the semantic biofeedback parameter in the monitoring systems of functional state of operators / V.V. Savchenko // Journal of Automation and Information Sciences. — Begell House Publishing. — 2009. — Vol. 41, No. 1. — Pp. 75—80.
9. Савченко, В.В. Система поддержания работоспособности водителя: результаты испытаний и экспериментальных исследований / В.В. Савченко, М.С. Свистун, В.В. Сикорский // Автомобил. пром-сть. — 2008. — № 1. — С. 32—34.
10. Ультразвуковые средства измерения расстояния в системах управления рабочими органами мобильных машин / Е.Я. Строк [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. — 2008. — № 3(4). — С. 31—33.
11. Строк, Е.Я. Выбор конструкционных параметров сервораспределителя путем многофакторного вычислительного эксперимента / Е.Я. Строк, Л.Д. Бельчик, С.Л. Горавский // Вестн. БНТУ. — 2009. — С. 62—65.
12. Стабилизация курсовой устойчивости полунавесных пахотных агрегатов / Г.С. Горин [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. — 2010. — № 1(10). — С. 12—15.
13. Строк, Е.Я. Выбор структуры позиционного регулятора при активной компенсации утечек из исполнительного механизма гидропривода навесного устройства / Е.Я. Строк, Л.Д. Бельчик, С.Л. Горавский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. — Т. 1, № 2. — 2010. — С. 165—170.
14. Ишин, Н.Н. Методические подходы создания инструментальных средств диагностики узлов трансмиссионных систем автомобиля в условиях эксплуатации / Н.Н. Ишин, В.И. Адашкевич, А.С. Скороходов // Механика машин, механизмов и материалов. — 2010. — № 1(10). — С. 57—62.
15. Красневский, Л.Г. Технологии гибридных силовых установок — перспективные технологии производства автомобильной техники / Л.Г. Красневский // Перспективные технологии; под ред. В.В. Клубовича. — Витебск: ВГТУ. — 2011. — С. 167—187.
16. Дубовик, Д.А. Снижение энергозатрат многоприводных колесных машин путем совершенствования механических приводов ведущих колес: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03 / Д.А. Дубовик; Белорус.-Рос. ун-т. — Могилев, 2012. — 44 с.
17. Комплекс блочно-модульных мехатронных систем управления типоразмерного ряда перспективных трансмиссий с фрикционными муфтами тракторов «Беларус» / Л.Г. Красневский [и др.] // Развитие национальной базы НИОКР: сб. статей VIII Междунар. автомобильного науч. форума, Москва 20 окт. 2010 г. — М., Труды НАМИ. — 2011. — № 246. — С. 30—34.
18. Мехатронные системы управления трансмиссиями мобильных машин: особенности архитектуры и конструкции / А.В. Белевич [и др.] // Материалы 3-й науч.-техн. конф. «Мехатроника, автоматизация, управление». — СПб, 2006. — С. 74—78.
19. Ляхов, С.В. Комплекс исследования систем активной безопасности / С.В. Ляхов, М.М. Белоус // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2009. — № 5. — С. 53—57.
20. Красневский, Л.Г. Мобильные машины большой мощности: безопасность мехатронных систем / Л.Г. Красневский // Инновации в машиностроении: сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф., Минск 30—31 окт. 2008 г.; ОИМ НАН Беларуси. — Минск, 2008. — С. 101—112.
21. Высоцкий, М.С. Методология создания локальных систем управления агрегатами автомобиля / М.С. Высоцкий, М.М. Белоус // Инновации в машиностроении: сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26—29 окт. 2010 г.; ОИМ НАН Беларуси. — Минск, 2010. — С. 82—86.
22. Бесконтактное копирование рельефа поверхности поля рабочими органами сельхозмашин с использованием акустических методов / Е.Я. Строк [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. — 2012. — № 6. — С. 35—40.
23. Определение статических и динамических характеристик электрогидравлического регулятора давления на основе математического моделирования / Е.Я. Строк [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. — 2012. — № 2(19). — С. 32—36.

Dubovik D.A., Savchenko V.V.

### On-board control systems of mobile machines: presence and future

Main activities of scientific researches of the scientific engineering center «Automotive electronics and electromechanical», received results and their approbation are considered. There are presented main developments of the organization departments of the center which are in mainstream production at plants of radio-electronic profile of the Republic of Belarus, as well as short-term and medium-term tasks carried out for interests of mechanical engineering complex.

Поступила в редакцию 20.07.2012.