

Т

очки роста автоэлектроники

Интеллектуальные системы для современных транспортных средств создают белорусы и россияне по программе Союзного государства

Современные машины становятся все сложнее и сложнее, и можно с уверенностью констатировать, что они давно уже превратились в те же мощные компьютеры, только на колесах. Об этом свидетельствует многофункциональная электроника, которой оснащено практически каждое авто. Системы GPS и аварийного обнаружения, подключение к интернету, цифровому телевидению, а также многие другие составляющие – все это раньше было элементом фантастики. Инновационные интеллектуальные бортовые системы готовы подсказать, где сейчас автомобильные пробки и какой сигнал светофора на следующем перекрестке, обеспечить грамотную парковку, а роботы уже заменяют водителей в беспилотных автомобилях. Тренд по совершенствованию электронной начинки автомобилей поддерживают все мировые производители легковой и грузовой техники. Белорусы и россияне решают данную актуальную проблему совместно в рамках научно-технической программы Союзного государства «Разработка нового поколения электронных компонентов для систем управления и безопасности автотранспортных средств специального и двойного назначения» («Автоэлектроника») на 2016–2020 годы, объединившей более 20 научных центров и высокотехнологичных предприятий двух стран.



Алгоритм сотрудничества от БелАЗа

По прогнозам экспертов, бум роботизированной техники на мировой арене начнется лет через десять. Но крупнейшие предприятия машиностроительной отрасли всегда стремятся быть на острие времени. Белорусский автомобильный завод, например, заинтересовался разработкой беспилотных самосвалов практически десятилетие назад. Повышение производительности, безопасности и эффективности добычи полезных ископаемых за счет внедрения роботизированной техники – одна из приоритетных задач, над которой работают в ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ». Первый дистанционно управляемый карьерный самосвал был создан совместно

с российскими партнерами АО «ВИСТ Групп», которое недавно вошло в группу компаний «Цифра», в 2010 году.

Узнать белазовского робота несложно. От обычных самосвалов с водителем его отличает буква R в маркировке: БелАЗ-7513R – с роботизированной системой управления. По мнению жодинских машиностроителей, это одна из самых перспективных моделей. К дальнейшим активным действиям разработчиков умной машины подтолкнул интерес к подобной инновационной технике крупнейшего российского горнопромышленного холдинга – Сибирской угольной энергетической компании. Там, между прочим, тоже ставят перед собой высокие и амбициозные цели на перспективу: создать «Интеллектуальный карьер» – комплекс цифровых технологий управления производственными процессами открытых

горных работ на основе беспилотного транспорта, роботизированной техники, а также отраслевых решений в области интернета вещей, искусственного интеллекта и прогнозной аналитики.

Что касается карьерной техники, то будущее с ее роботизацией связывают по вполне понятным причинам: работы в горном секторе с каждым годом становятся все сложнее, глубина карьеров достигает 800 м. Кроме того, зачастую в них создаются условия, когда человеку там даже находиться опасно: загазованность, пыль после взрывов, радиация, возможное схождение породы или завалы и т. д. Любой простой, как известно, приводит к финансовым потерям. Но автономная техника может работать и в поистине «нечеловеческих» условиях, причем практически круглосуточно, что, по подсчетам специалистов, позволит повысить производительность на 15–20 %.

В 2013–2015 годах прототип карьерного самосвала-робота серии БелАЗ-7513 успешно прошел испытания, которые подтвердили правильность выбранных технических решений. Тогда впервые речь зашла о том, что опытный оператор сможет удаленно управлять 4–5 работающими самосвалами. Обозначили разработчики и более серьезную перспективу: создать программируемый самосвал, вообще исключая участие человека в процессе его работы.

Благодаря поддержке Союзного государства в рамках научно-технической программы «Автоэлектроника», сотрудничество белорусских и российских ученых и специалистов по созданию высокотехнологичной инновационной карьерной техники вышло на новый уровень. Создатели интеллектуальной системы и конструкторы БелАЗа смогли серьезно продвинуться вперед. И, как результат, в 2016 году появился роботизированный карьерный самосвал БелАЗ грузоподъемностью 136 т. Такая машина без водителя, утверждают ее создатели – специалисты БелАЗа и российской компании «ВИСТ Групп», может обеспечить более высокую эффективность открытых горных работ, производительность оборудования и



▲ Роботизированный комплекс «погрузчик – карьерный самосвал» в действии на испытательном полигоне БелАЗа. 2019 год

уровень безопасности персонала. Работа в зимних условиях стала легче, современное программное обеспечение позволяет получить более развернутое сканирование местности. Кроме того, разработчики решили применить челночный режим движения, когда самосвал может двигаться без разворота, только вперед или назад, что позволяет уменьшить износ покрышек и примерно на 12 % сокращает время, отведенное на маршрут. Расширены возможности и операционной системы: сегодня один оператор способен отслеживать работу до 10 роботов-самосвалов в карьере. В случае нестандартной ситуации он вмешивается в процесс и помогает решить ту задачу, с которой не справился компьютер.

В 2018 году на заводском испытательном полигоне завершился цикл работ по адаптации автономного движения роботизированного карьерного самосвала БелАЗ-7513R. Следующим этапом стало развитие техники на платформе 5G с помощью оператора beCloud. Тестовая зона развернулась также на полигоне предприятия.

Российские специалисты на БелАЗе продолжают работы по внедрению аппаратно-программного комплекса, состоящего из сложной системы анализа и мониторинга окружающей обстановки, на основе которого и реализовано беспилотное управление самосвалами и погрузчиками.

В марте 2019 года, благодаря организованному при поддержке Парламентского Собрания Союза Беларуси и России пресс-туру на жодинский автогигант, депутаты – члены Комиссии по экономической политике и журналисты белорусских СМИ смогли воочию увидеть, как функционирует инновационная карьерная техника, как справляются роботизированные машины с заданиями оператора, как действует автономная погрузочно-транспортная система на основе проекта «Интеллектуальный карьер». На тестовом полигоне предприятия работали в тандеме погрузчик и робот-самосвал. Оператор-«водитель» контролировал их действия из удаленного центра: в теории он может располагаться где угодно, хоть на другом полушарии. При этом возможности программного обеспечения позволяют сделать управление техникой полностью автономным.

По словам начальника бюро компоновки ОАО «БЕЛАЗ» Александра Насковца, так исторически сложилось, что карьерный самосвал БелАЗ – один из символов СССР, а теперь – Союзного государства – продолжает цепочку достижений и рекордов инновационной карьерной техники. Машины и сегодня создаются в тесной кооперации производителей двух стран. Начиная с металла, который Беларусь закупает для их производства, и заканчивая комплектующими, которых около 3 тыс. наименований.

▼ Сотрудники
отдела разработки
программного
обеспечения
«ВИСТ Групп»



Холдинг «БЕЛАЗ» довольно плотно закрепился на российском рынке. Около 60 % выпускаемой белорусским предприятием продукции поставляется в Россию: в основном это Зауралье, Кузбасс, Курская магнитная аномалия, Сахалин, Якутия, другие регионы, где идет добыча полезных ископаемых. Наряду с мощной товаропроводящей сетью созданы и сервисные центры, которые обеспечивают обслуживание карьерной техники на российских просторах.

В настоящее время актуальна мировая тенденция по смещению грузоподъемности в более высокий класс. Поэтому все более востребованы машины грузоподъемностью от 90 т и выше. В России представлен практически весь этот белазовский модельный ряд. Традиционно в больших объемах закупается и карьерная техника грузоподъемностью 130 и 220 т. В последнее время возобновились поставки 360-тонников. Да и первый вышедший из цехов жодинского автопроизводителя образец гиганта – 450-тонника – тоже нашел потребителей именно в Российской Федерации.

– Создание беспилотного карьерного самосвала – это проект Союзного государства, и мы работаем в тандеме с российскими специалистами, – подчеркнул А. Насковец. – Отраднo, что к этой разработке подключилась одна из авангардных компаний Инновационного центра «Сколково» VIST Robotics. Специалисты трудятся над созданием интеллектуальной электронной начинки карьерной техники, в частности, над беспилотным системным управлением, диспетчеризацией и продвижением беспилотного самосвала по карьере.

– В настоящее время «БелАЗ»-беспилотник можно назвать универсальным, так как он может работать в трех режимах, – пояснил руководитель отдела разработки программного обеспечения «ВИСТ Групп» Константин Коногорский. – В стандартном оператор находится в кабине, во втором варианте – он уже отдает команды в удаленном режиме. При этом может находиться не только в операторском пункте рядом с полиго-

ном или карьером: расстояние при нынешних скоростях интернета значения не имеет. Третий режим – роботизированный. Когда самосвалом управляет интеллектуальная бортовая система, в которую вводятся данные профиля карьера, карта дороги, место погрузки и выгрузки и др.

По словам К. Коногорского, роботизированная техника, в первую очередь, призвана обезопасить человека. Полностью роботизированная система, когда управление осуществляется с помощью компьютерного алгоритма без участия человека, пока полноценно эксплуатируется только в карьерах Сибири. Однако к ней уже начинают проявлять интерес Украина, Марокко и Бразилия. Несомненным плюсом новинки является то, что ею в перспективе можно будет снабдить любой карьерный самосвал марки «БелАЗ».

Роботизированные самосвалы уже прошли апробацию и на карьерах в России. О чем союзным парламентариям на БелАЗе рассказали в первую очередь. Ведь это один из самых ярких примеров взаимовыгодного сотрудничества.

– В начале текущего года два 130-тонных беспилотных самосвала отправлены из Беларуси в Хакасию для работы в карьере «Абаканский» Сибирской угольной энергетической компании, – отметил начальник бюро компоновки ОАО «БЕЛАЗ» Александр Насковец. – Прорабатывается вопрос о поставке пяти роботизированных карьерных самосвалов в Кузбасс. А этот роботизированный самосвал, мы называем его «лабораторией на колесах», оставили на испытательном полигоне, чтобы отрабатывать новые алгоритмы движения, апробировать другие инновации.

Как отметили на БелАЗе, следующим шагом в эру роботизации станет проработка перспективного проекта карьерного самосвала челночного типа, который не будет иметь кабины и сможет выгружать кузов как вперед, так и назад.

В дальнейшем планируется максимально автоматизировать и погрузочные работы. С помощью технологий искус-

ственного интеллекта, которые разрабатываются компанией VIST Robotics, роботизированный погрузчик БелАЗ-78250 сам сможет отстроить 3D-модель горной массы, предназначенной для погрузки, определить порядок действий, соотнести свое перемещение с положением самосвала. Функции дистанционного оператора сведутся к выдаче экспертных указаний в начале работы и дополнительным действиям в особых ситуациях. Предполагается, что новый белазовский роботизированный комплекс «погрузчик – карьерный самосвал» предоставит горнодобывающим компаниям совершенно новые интеллектуальные сервисы.

Белорусский автомобильный завод всегда славился своим конструкторским бюро, работавшим на опережение. Поэтому не удивительно, что на предприятии давно сосредоточены на разработке других опытных образцов инновационной карьерной техники. В России на федеральном уровне принят закон по поддержке газификации моторных транспортных средств, что подстегнуло работы по созданию машин на газовом топливе. Первые подобные образцы карьерных самосвалов есть и на БелАЗе. Правда, как сообщили специалисты, пока не удалось увеличить мощность двигателя, однако экономия все равно довольно существенная, ведь газ в 2 раза дешевле дизельного топлива. Считается, что 60 % средств по эксплуатации карьерного самосвала уходит на топливо и шины.

Современные тренды по электрификации машин и разработке гибридных двигателей для автотранспортных средств трудно не заметить. Вовсю переходят на электрические авто в Европе. Да и в Беларуси уже разъезжают современные электробусы отечественного производства. Поэтому логично, что и на БелАЗе развивается такое направление, как электрификация. На предприятии работают над созданием полностью электрического карьерного самосвала на аккумуляторах. Но, как отмечают разработчики, есть пока еще ряд проблем. Чтобы реализовать данный проект, необходимы такие накопители, емкости

которых были бы меньшего веса и в то же время держали напряжение продолжительный период времени.

– Несмотря на некоторые сложности, включая вопросы с синхронизацией управления ножным приводом, у нас уже в целом вырисовывается карьерный самосвал такого типа, – утверждает А. Насковец. – И я думаю, что в течение года-двух мы сможем продемонстрировать обществу эффективно работающий прототип. Ведь уже сейчас идет стадия реализации, процесс подбора комплектующих и размещения их на карьерном самосвале, а не теоретических проработок. Учитывая высокую сложность задачи, работаем в сотрудничестве не только с российскими, но и с германскими и австрийскими партнерами. Что связано также с ориентацией в дальнейшем данного транспорта и на страны дальнего зарубежья, уделяющие большое внимание экологической составляющей. На территории Российской Федерации, где погодные условия несколько жестче – бывает и плюс 40, и минус 60, эти аккумуляторные емкости показывают себя немного хуже, поэтому мы большие надежды связываем с производством карьерных самосвалов с двигателями смешанного типа, позволяющими применять и дизельное топливо, и электричество. И это не долгосрочные планы, а перспектива, скажем так, ближайших двух лет.

▼ На производстве
ОАО «БЕЛАЗ»



Председатель Комиссии по экономической политике Парламентского Собрания Союза Беларуси и России Сергей Калашников высоко оценил потенциал белорусско-российского взаимодействия: «То, что за беспилотным транспортом будущее, сомнений нет. Важно, что БЕЛАЗ совместно с российскими партнерами идет в ногу со временем в разработке беспилотных самосвалов и создает конкуренцию западным компаниям. БЕЛАЗ является символом сотрудничества в рамках Союзного государства. Это своего рода гарант взаимовыгодных связей между нашими странами».

Автоматизация плюс безопасность

В свое время союзное правительство уже поддержало белорусско-российский автопром, профинансировав несколько научно-технических программ развития дизельного автомобиле- и моторостроения. Одновременно выполнялось несколько программ по развитию электронного приборостроения. Эта финансовая помощь позволила важнейшим отраслям удержаться на рынке, сохранить научно-технический потенциал. Теперь стоит задача в рамках программы Союзного государства «Автоэлектроника» продолжить возрождение индустрии электроники для автомашин, что поможет создать эффективный и безопасный автомобиль будущего. Новая электроника особенно важна для обеспечения безопасности дорожного движения, ведь сегодня в дорожно-транспортных происшествиях гибнут тысячи людей. Среди потребителей интеллектуальных систем предприятия машиностроения России и Беларуси – ГАЗ, УАЗ, КамАЗ, АвтоВАЗ, УралАЗ, МАЗ, БЕЛАЗ.

Государственными заказчиками программы Союзного государства «Автоэлектроника» выступают Министерство промышленности Республики Беларусь и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Ответственными исполнителями являются белорусское ОАО «Интеграл» и российское

АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс». Ученые и специалисты работают над созданием комплексных систем управления силовым агрегатом, трансмиссией и подвеской, навигационных систем, управления электрооборудованием кабины и кузова, датчиков и радиоэлектронных элементов систем автомобиля. Электронная начинка современных машин позволит определять рядность и полосы движения. Она включает систему обнаружения и распознавания препятствий на дороге, аналитический комплекс для магистральных автопоездов, интеллектуальную систему управления и диагностики автомобиля и многое другое.

Справедливости ради стоит отметить, что в русле современных трендов эти же задачи сегодня ставят перед своими конструкторами ведущие мировые автоконцерны. По прогнозам, если уже сейчас на автоэлектронику приходится 20–25 % от общей стоимости машины, то для гибридных авто- и электромобилей эта цифра составит порядка 40 %.

Российское АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» известно высокотехнологичными разработками в транспортной сфере. По мнению генерального конструктора предприятия Геннадия Сапожникова, поскольку электронная начинка во многом определяет конкурентоспособность автомобиля на рынке, программа «Автоэлектроника» способна придать новый импульс развитию российского автопрома, который, в свою очередь, может позитивно повлиять на многие секторы экономики.

В программе Союзного государства принимают участие: с белорусской стороны – минские автомобильный, моторный заводы, завод колесных тягачей, БелАЗ, а также практически все производители автокомпонентов, с российской – лидеры автопрома КамАЗ, ГАЗ, АО «Урал». Воплощают заказы в реальные микросхемы предприятия электронного профиля. В Беларуси это холдинг «Интеграл», ОАО «МПОВТ», холдинг «Горизонт» и его предприятия, новополоцкий «Измеритель», в России – АО «НПП «Радар ммс»

и др. Предстоит создать около 40 базовых технологий производства автомобильных электронных компонентов.

– Уровень автоматизации автомобилей неуклонно растет, что создает новые проблемы их функционирования, которые еще предстоит исследовать и решить, – отмечает начальник научно-инжинирингового центра «Бортовые системы управления мобильных машин» Объединенного института машиностроения НАН Беларуси кандидат технических наук Владимир Савченко. – Сегодня среднестатистическое высокоавтоматизированное или беспилотное транспортное средство обладает вычислительной мощностью примерно 20 компьютеров, содержит около 100 миллионов строк программного кода, обрабатывает порядка 25 Гбайт/ч. В таких машинах сохраняется масса информации: о технических сбоях узлов, агрегатов, бортовых систем; маршруты движения (локации в реальном масштабе времени); внешние условия прохождения маршрута; личные данные водителя, места остановок и их временные характеристики; коммуникационные данные (номера телефонов, длительность звонков). Потенциально эти данные могут использовать автопроизводители, сервисные центры обслуживания, разработчики и поставщики контента и др. С их помощью возможно повысить безопасность движения, увеличить пропускную способность и снизить загруженность дорог, более точно определить причину дорожно-транспортного происшествия и т. д.

Международные эксперты утверждают, что 90 % всех нововведений, появляющихся в автомобиле, связаны именно с электронными системами, при создании которых от 50 до 70 % расходов приходится на программное обеспечение. Однако в этом как раз и кроется проблема: при увеличении уровня автоматизации значительными темпами растут объемы разнородной информации, циркулирующей в такой метасистеме, как «водитель – высокоавтоматизированный автомобиль – дорога – интеллектуальная транспортная система – информационное поле». Оче-

видно, что в данном случае «информационное поле» попадает под категорию «Большие данные» (Big Data). На рисунке 1 представлен прогнозируемый поток данных, генерируемых в автономных автомобилях, и основные источники.

Как рассчитали специалисты компании Intel, для реализации алгоритмов траекторного движения и их корректировки беспилотным автомобилям нужны камеры, которые генерируют поток информации порядка 20–60 Мбайт/с, радары и ультразвуковые локаторы (по 10–100 Кбайт/с), системы навигации GPS – 50 Кбайт/с. Лидар формирует трафик порядка 10–70 Мбайт/с. По приблизительным экспертным оценкам, использующий данные технологии автомобиль будет генерировать около 4 Тбайт данных в день. К этому добавляется информация от «классических» систем активной безопасности и систем мониторинга основных узлов и агрегатов. В связи с таким огромным потоком информации в электронном виде, которая, несомненно, будет присутствовать в современном автомобиле, включая высокоавтоматизированные и беспилотные транспортные средства, по словам ученого, на первый план выходят вопросы обеспечения безопасности функционирования электронных устройств.

– Эксперты по этому направлению уверены, что пора просчитывать возможности защиты транспортных средств от киберугроз, – подчеркнул кандидат технических наук В. Савченко. – Опре-

делены уже и потенциальные векторы таких угроз, включая удаленные атаки на диагностические протоколы, шины автомобиля, исполнительные устройства, хранилище ключей, в том числе через мобильные устройства, перехват данных пользователя, эксплуатацию программных уязвимостей, вредоносные обновления прошивки, доставку вирусов через сменные носители, скачанные приложения и т. д. Прежде всего в защите нуждаются блок управления двигателем, внутренняя сеть автомобиля, шлюз, доступ к Глобальной сети, автомобильные облачные сервисы.

Руководитель центра бортовых электронных систем Объединенного института машиностроения НАН Беларуси считает, что и в Союзном государстве необходимо уже сейчас обращать внимание на перспективные задачи, касающиеся внедрения интеллектуальной начинки автомобилей. В итоге любое транспортное средство с современным электронным оснащением станет более безопасным. Возможно, это будет новая задача для ученых и специалистов Беларуси и России в реализации программ Союзного государства.

Свой вклад в решение проблем безопасности современных автомобилей ученые Объединенного института машиностроения НАН Беларуси вносят в рамках выполнения отдельных заданий научно-технической программы Союзного государства «Автоэлектроника». В частности, совместно с ОАО «Измеритель» и ОДО «Стрим» разрабатывают системы управления для базовых комплектов гибридных силовых установок мобильных машин. Готовы уже и опытные образцы систем управления, ведется работа над стендом для испытаний. В ближайшей перспективе новые электронные системы для электромо- билей начнут выпускать на ОАО «Измеритель». Также совместно с резидентом белорусского Парка высоких технологий ООО «НТЛаб-системы» и ОАО «Экран» выполняется опытно-конструкторская разработка информационно-аналитической системы определения местоположения

▼ Рисунок 1.



автономного транспортного средства и информирования об аварийной ситуации. Планируется, что к концу 2019 года разработчики создадут опытные образцы системы, которые в дальнейшем будут освоены на производстве ОАО «Экран».

– Все эти инновации, включая электронную начинку транспортных средств, позволят повысить технический уровень автомобиля до актуальных требований сегодняшнего дня, – подчеркнул Владимир Савченко. – С одной стороны, мы создаем задел для новых перспективных разработок в союзном масштабе. С другой – новации послужат фундаментом для поддержания привлекательного соотношения цены и качества, обеспечения конкурентоспособности продукции машиностроения, занимающей значимую долю в экономиках Беларуси и России и являющейся приоритетной, в том числе для обеспечения национальной безопасности наших стран.

Только в тесной кооперации

Среди 27 стран мира, в которые поставляется продукция холдинга «Интеграл», крупнейшим потребителем на протяжении многих лет выступает Российская Федерация. Востребованы преимущественно микросхемы и полупроводниковые приборы.

Особое место среди экспортных позиций микроэлектроники предприятия занимает электронная компонентная база (ЭКБ) специального и двойного назначения, устойчивая к воздействию внешних дестабилизирующих факторов. Как рассказал заместитель генерального директора ОАО «Интеграл» – управляющая компания холдинга «Интеграл» по научно-техническим программам и научной работе, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор Анатолий Белоус, электронная компонентная база не просто в больших объемах поставляется на рынок Российской Федерации, но и пользуется на нем устойчивым спросом из-за высокого качества и надежности в сочетании с приемлемой ценой.

– Главное преимущество белорусских интегральных схем и полупроводниковых приборов, признаваемое как потребителями из военно-промышленного комплекса, так и нашими конкурентами – ОАО «Ангстрем», ОАО «НИИМЭ и Микрон» – новые запатентованные, в том числе и в России, конструктивно-технологические решения, – отмечает ученый. – Кроме того, белорусские интегральные схемы и полупроводники демонстрируют безупречную работоспособность в условиях воздействия повышенной радиации, что исключительно важно для электронных систем управления космической техникой, систем управления и обеспечения безопасности атомных электростанций.

Что касается осуществления научно-технических программ Союзного государства, в багаже ОАО «Интеграл» их уже около десятка. Белорусское предприятие выступило инициатором, а затем и основным исполнителем одной из первых – программы «База». Затем были «Скиф», «Триада», «Функциональная СВЧ-электроника – 2», «Космос-СГ», «Основа», «Мониторинг-СГ», «Союзный тепловизор» – по созданию импортозамещающей электронной компонентной базы специального и двойного применения, соответствующей приоритетам государственной политики по укреплению обороноспособности и информационной безопасности стран – участниц Союзного государства. Сегодня на фоне перехода к цифровой экономике особую значимость приобретает выполнение программы «Автоэлектроника».

Профессор А. Белоус подчеркнул, что целесообразность разработки и реализации данных программ Союзного государства основана на том очевидном факте, что современные технологии производства электронной компонентной базы являются критическими технологиями, определяющими научно-технический уровень и обороноспособность любого государства. Эта область науки и техники связана с созданием ЭКБ повышенной степени интеграции с высокими надежностными, функциональными и



Зарядное устройство, базовый модуль аккумуляторной батареи, инвертор электропривода – разработки Объединенного института машиностроения НАН Беларуси по научно-технической программе Союзного государства «Автоэлектроника»

точностными характеристиками и соответствующей группой стойкости к специальным внешним воздействующим факторам.

Выполнение НТП Союзного государства «Автоэлектроника» позволит, в частности, создать условия для импортозамещения отдельных типов электронных иностранных компонентов – до 30 позиций по номенклатуре продукции компаний Bosh (Германия), Denso (Япония), Delphi (США), Allison (США), Wabco (Бельгия), Knorr Bremse (Германия), используемой в настоящее время в России и Беларуси при производстве автотранспортных средств. Однако этого будет недостаточно для поддержания высокой конкурентоспособности на мировом рынке.

– Существенно тормозит развитие союзной электроники действующий сегодня громоздкий бюрократический алгоритм формирования и реализации союзных программ, – считает А. Белоус. – И нередко получается, что появившиеся в результате реализации программы конечная продукция, технологии, изделия уже далеко не соответствуют по техническим характеристикам мировому уровню, следовательно – не конкурентоспособны. Они пригодны в большей степени только «для внутреннего применения» – в Беларуси и России. Даже 4 года для микроэлектроники – это очень большой период времени: на мировом рынке могут смениться несколько поколений новых изделий или технологий!

Ученый отметил еще один важный для понимания проблемы момент. Прогресс в области микроэлектроники, каждое новое продвижение требуют все больших усилий и средств, которые уже не по карману даже крупным фирмам-одиночкам. Согласно оценке независимых экспертов, для успешной коммерциализации любого проекта НИОКР в области микроэлектроники суммарный объем продаж в денежном выражении разработанного нового изделия должен в среднем в 10 раз превышать материальные расходы на его реализацию. Так, если для микроэлектронных изделий с

проектной нормой 0,8 мкм минимальный объем продаж, обеспечивающий окупаемость вложенных средств, составляет всего 5 млн долларов, для 0,5 мкм – 8 млн, для 0,35 мкм – 15 млн, для 180 нм – 40 млн, то уже для 90 нм окупаемость будет достигаться только при объеме продаж более 100 млн долларов, для 65 нм – 200 млн, 45 нм – 500 млн, а для 22 нм этот рубеж составляет уже не менее 1,4 млрд долларов.

Поэтому сегодня во всем мире разработка новых микроэлектронных технологий – результат тесной кооперации большого числа компаний, включая малые и средние предприятия, научных институтов и университетов, центров коллективного пользования, обеспечивающих доступ всех участников проектов к дорогостоящему ультрасовременному технологическому и аналитическому оборудованию.

– Учитывая актуальные тенденции, назрела очевидная необходимость разработать межгосударственную программу развития союзной микро- и нанoeлектроники, – считает член-корреспондент НАН Беларуси Анатолий Белоус. – Прорывным микроэлектронным и информационным технологиям Беларуси и России необходимо предоставить зеленый коридор, притом более широкий, чтобы опередить конкурентов на международной арене.

Программы Союзного государства вносят огромный вклад в формирование общего научного и технологического пространства, уверен ученый. Они закладывают тот необходимый мощный фундамент, на котором можно развивать приоритетные направления, строить новые планы по взаимной кооперации. Микроэлектроника как основа интеллектуальной начинки современных автомобилей, создаваемая в рамках научно-технической программы Союзного государства «Автоэлектроника», позволит вписать новую страницу в многолетнее плодотворное взаимодействие ученых и специалистов Беларуси и России, станет важным фактором мирового прогресса.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ ▀