

Александр Механик

## Битва на полях микроэлектроники: с «Эльбрусом» наперевес

Руководители компании МЦСТ, разработчики серии вычислительных комплексов и процессоров под маркой «Эльбрус», считают, что последние предложения госорганов в области микроэлектроники могут поставить под удар всю отрасль, и предлагают свой выход из сложившейся ситуации



Генеральный директор АО МЦСТ Александр Ким

ОЛЕГ СЕРДЕНЧИКОВ

**В**

последнее время в мире российских компаний — разработчиков электронных систем и микроэлектроники идут жаркие дебаты о путях ее развития. В центре обсуждения стоит вопрос, какие изделия электроники считать российскими.

Дело в том, что в соответствии с постановлением правительства РФ № 719 уже с 1 января 2021 года на российских процессорах должны строиться российские системы хранения данных (СХД), с 1 июля 2021 года — портативные компьютеры, а с 1 января 2022-го — серверы, настольные ПК, моноблоки, мониторы, принтеры, сканеры и факсы, а также твердотельные накопители и материнские платы. Это решение открывает широкие возможности для внедрения отечественных процессоров и занятия ими весьма серьезного по размерам рынка.

Но против этого решения активно выступили компании — разработчики вычислительной техники, в первую очередь СХД, использующие импортные процессоры. Дискуссия особенно обострилась, когда стало известно, что правительство, уступая давлению этих компаний и их заказчиков, рассматривает вопрос о перенесении срока обязательного использования во всех видах российской вычислительной техники

центральных процессоров отечественной разработки на 1 января 2023 года и опубликовало для общественного обсуждения проект соответствующего постановления.

То или иное его решение, которое будет означать, кому достанется значительная часть этого рынка, может оказать серьезное, даже решающее воздействие на судьбу многих компаний и, самое важное, на будущее отечественной вычислительной техники.

Острота дискуссии стала особенно заметна на последней конференции «Цифровая индустрия промышленной России 2021» (ЦИПР-2021), где произошла публичная полемика между представителями компании «КНС групп» (Yadro), ведущего российского поставщика СХД на основе процессоров Intel, и компании МЦСТ, ведущего российского производителя серверных процессоров «Эльбрус». В дискуссии принял участие **Александр Галицкий**, основатель и управляющий партнер венчурного фонда Almaz Capital Partners, советник премьеры **Михаила Мишустина** по проблемам электронной промышленности.

Понятно, что любые решения правительства, влияющие на развитие микроэлектроники и связанных с ней отраслей, могут стать решающими для судьбы и отдельных компаний, и

всей отрасли. Вот почему последние намерения по изменению курса правительства в МЦСТ восприняли с серьезной озабоченностью. Хотя и отметили, что в последние дни наметился диалог между правительством и отраслью относительно предложенной редакции проекта постановления. Но это пока не отменяет возникшей озабоченности.

Мы встретились с генеральным директором АО МЦСТ Александром Кимом и директором по маркетингу АО МЦСТ Константином Трушкиным, чтобы обсудить суть возникших проблем и разногласий, а также перспективы развития отечественной микроэлектроники.

Мы не случайно решили побеседовать с представителями этой компании. МЦСТ, как отметил Александр Ким, осталась в России «единственной компанией, кто в состоянии самостоятельно разработать все три составляющие платформы: ядро универсального микропроцессора вместе с системой команд, компилятор и ядро операционной системы». Другие разработчики микропроцессоров у нас в стране основывают свои разработки на основе лицензионных ядер, компиляторов и операционных систем различных зарубежных компаний, что в условиях современной геополитической обстановки становится опасным. Ведь нас могут в любой момент лишиться доступа к этим разработкам. К тому же мы не знаем, какие закладки в них могут быть.

У процессоров на основе архитектуры «Эльбрус» есть следующие отличительные черты:

- высокая удельная производительность (в расчете на один транзистор);

- эффективная бинарная совместимость с архитектурой Intel/AMD через бинарный компилятор, позволяющий использовать уже наработанный гигантский массив ПО, разработанный под платформу Intel, чтобы пользователь не замечал, на «Эльбрусе» он работает или на Intel;

- технология безопасного исполнения программ, гарантирующая защиту против кибератак, и создание более надежных программных продуктов.

МЦСТ уже освоила технологию 16 нанометров, и в качестве следующего этапа в компании собираются к 2025 году разработать процессор на технологии шесть нанометров. Как считают в компании, это позволит выйти на паритет с лидерами.

### Политика должна быть последовательной

— Известно, что ваша компания вместе с другими ведущими российскими разработчиками микроэлектроники выступила с критикой проекта постановительного постановления о переносе сроков обязательного использования во всех видах российской вычислительной техники центральных процессоров отечественной разработки на 1 января 2023 года и других изменений в правительственной политике в области микроэлектроники. Почему вы это сделали, в чем суть ваших предложений?

**Константин Трушкин:** До 2020 года Минпромторг проводил последовательную политику импортозамещения, он говорил: мы будем поддерживать российскую микроэлектронику и строить отечественную фабрику по производству процессоров и стимулировать спрос на рынке для ее загрузки, мы будем финансировать и субсидировать разработки продукции на базе российской микроэлектроники. И делал это.

А ключевой элемент микроэлектроники — процессор. Это самый сложный элемент любой вычислительной техники, который своими характеристиками определяет практически все ее функции. Процессоры определяют уровень развития микроэлектроники в стране и создают фундамент для информационной безопасности. Поэтому, если вы хотите поддерживать микроэлектронику, то первое, что вы должны сделать,



Директор по маркетингу АО МЦСТ Константин Трушкин

ОЛЕГ СЕРГЕЕВ

— поддерживать разработчиков отечественных процессоров и вычислительной техники на их основе.

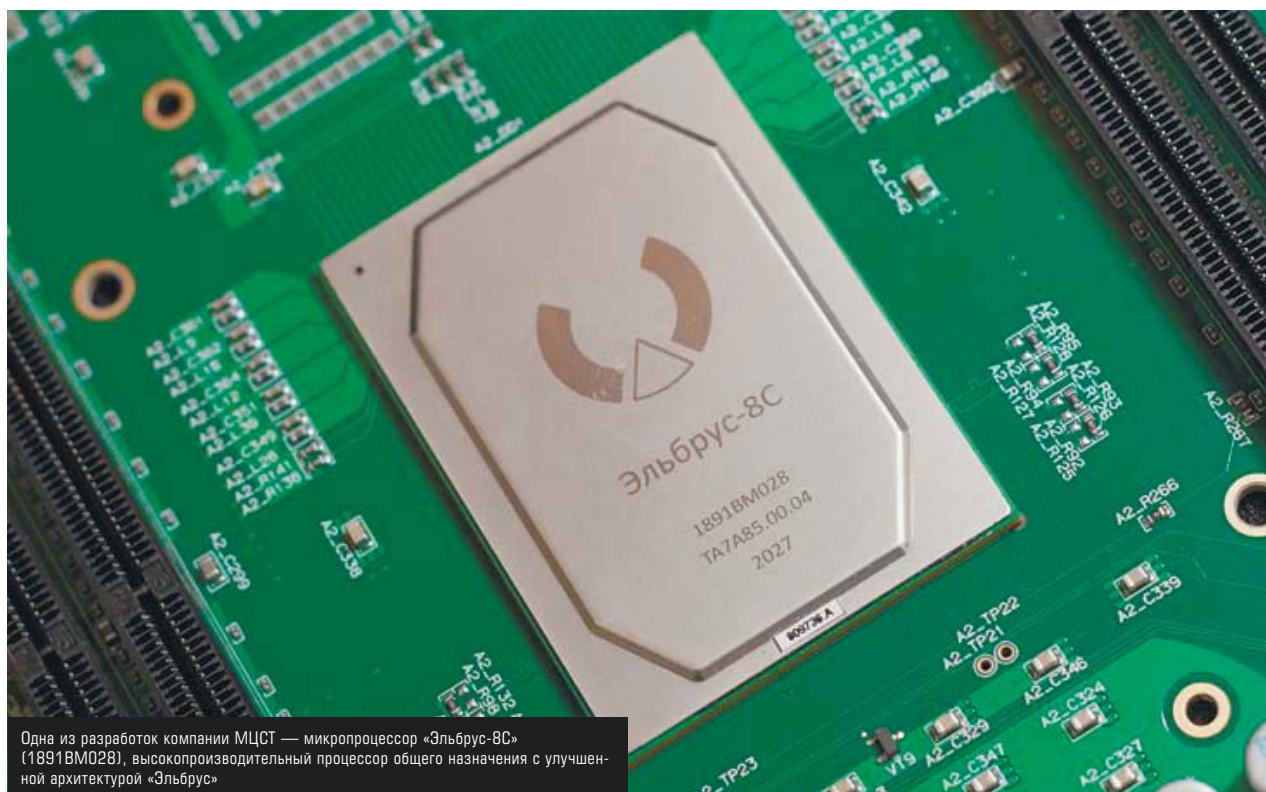
Есть еще одна причина. Сейчас ведутся массовые закупки вычислительной техники для нацпроекта «Цифровая экономика», и они будут только расти. Но вы же понимаете, насколько ненадежную базу мы создадим для всей экономики, если останемся на зарубежных платформах! Там все пронцаемо насквозь для зарубежных спецслужб, как песок. Только переходом на российские процессоры можно обеспечить технологическую независимость и информационную безопасность, что подчеркнута в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации, в Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. Российские микропроцессоры — стратегический выбор государства, продиктованный национальной безопасностью.

До сих пор Минпромторг последовательно вел политику постепенного закрытия нашего рынка от зарубежных процессоров. Естественно, только в части регулируемого рынка госпоставок. Это примерно тридцать процентов всего объема российского рынка. Причем даже не целиком, а в рамках квот на российскую продукцию. На сегодня, то есть на 2021 год, это было пятьдесят процентов.

И это было отражено в текущей редакции постановления правительства, в котором прописано, какая продукция считается российской. Сегодня по закону нельзя получить статус, например, российской системы хранения данных, если у вас нет внутри центрального российского процессора.

А начиная с 2022 года вся прочая вычислительная техника, то есть персональные компьютеры, ноутбуки, серверы, естественно, системы хранения данных, тоже должны были использовать российские процессоры.

Конечно, «отрыв» от зарубежных платформ очень труден, он влечет за собой тектонический сдвиг в пользу российских разработок во всем спектре ИТ и, следовательно, в экономике в целом. Требуется переход на совместимое с ними российское ПО, нужны новые разработки вычислительной техники, новые вендоры «железа», программисты, сервис, внедренцы,



Одна из разработок компании МЦСТ — микропроцессор «Эльбрус-8С» (1891BM028), высокопроизводительный процессор общего назначения с улучшенной архитектурой «Эльбрус»

инженерные кадры... И конечно, будет много недовольных.

— А поскольку все понимали, что переходить на новую платформу — это всегда довольно трудно и затратно, Минпромторг предложил вводить субсидии на внедрение радиоэлектроники на базе российских процессоров для компаний, закупающих соответствующее оборудование.

К. Т.: Совершенно верно. Еще с 2015 года выдаются субсидии на разработку радиоэлектронной продукции. По 109-му постановлению правительства субсидируется до семидесяти процентов затрат разработчика вычислительной техники. Но требуется составить бизнес-план и обеспечить продажи.

Планируется введение к осени очень существенных субсидий на разработку электронной компонентной базы, в том числе процессоров, тоже с обязательствами по продажам.

А для стимулирования сбыта было решено сформировать так называемые сквозные проекты, в которых предусмотрен якорный заказчик, гарантированно покупающий продукцию на базе российской микроэлектроники. Ему будет субсидировано внедрение отечественной элементной базы. Во-первых, чтобы компенсировать разницу в цене продукции, потому что российская продукция, по крайней мере на первом этапе, скорее всего будет дороже, чем импортная. И во-вторых, чтобы компенсировать те проблемы, которые у него могут возникнуть в связи с переходом на новый софт на российской платформе и с переобучением сотрудников.

Так была построена достаточно логичная и последовательная система для того, чтобы российская микроэлектроника могла выйти на наш рынок.

Была построена достаточно логичная и последовательная система для того, чтобы российская микроэлектроника могла выйти на наш рынок. Наша позиция состоит в том, что в сегодняшнем виде все сделано правильно и заложенный курс надо проводить неукоснительно. И нельзя менять правила игры на ходу, когда участники рынка уже начали работу, рассчитывая на эти правила. Но в ноябре–декабре прошлого года неожиданно произошла резкая смена правил игры

Наша позиция состоит в том, что в сегодняшнем виде все сделано правильно и заложенный курс надо проводить неукоснительно.

И нельзя менять правила игры на ходу, когда участники рынка уже начали работу, рассчитывая на эти правила. Но в ноябре–декабре прошлого года неожиданно произошла резкая смена правил игры.

### Резкая смена правил

— В чем это заключалось?

Александр Ким: Главное — это изменение принципов поддержки микроэлектроники. А в том, что касается непосредственно нашей компании, правительство отменило несколько уже запланированных крупных разработок, одну из которых, по созданию новых процессоров «Эльбрус-32», должны были

## Предыстория вопроса

**И**стория компании МЦСТ началась в далеком 1979 году, когда специалисты Института точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР, составившие впоследствии костяк компании МЦСТ, разработали многопроцессорный вычислительный комплекс (МВК) «Эльбрус-1» и в дальнейшем модернизировали его в МВК «Эльбрус-2», вошедший в ряд стратегических систем. Эти комплексы можно назвать одной из немногих оригинальных разработок советских ученых, в отличие от большинства других советских ЭВМ, которые были репликами западных архитектур.

Следующим этапом стал проект «Эльбрус-3», которым руководил член-корреспондент АН СССР **Борис Бабаян**, предложивший передовую для того времени архитектурную реализацию концепции широкого командного слова. (В

устройствах, основанных на архитектуре, использующей принцип широкого командного слова, Very Long Instruction Word, процессор исполняет команды группами, причем внутри каждой группы отсутствуют зависимости и эти команды исполняются параллельно.) «Эльбрус-3» завершился только изготовлением опытного образца в 1990 году, но его архитектура легла в основу последующих разработок команды специалистов, сложившейся вокруг этой идеи и в дальнейшем перешедших в созданное в апреле 1992 года ЗАО МЦСТ.

В 1990-годы, когда государству было не до микроэлектроники, компания МЦСТ в поисках финансирования обращалась во многие ведущие фирмы мира. «В Sun Microsystems наш проект понравился», — рассказал «Эксперту» гендиректор МЦСТ Александр Ким. — Тогда это была самая передо-

вая фирма, которая разрабатывала микропроцессоры SPARC (Scalable Processor Architecture — открытая архитектура, разработанная корпорацией Sun Microsystems в 1990-х годах. — «Эксперт») на идеях архитектур типа RISC. Они начали нас финансировать, дали задание: спроектировать микропроцессор под их новейшую 64-разрядную систему команд SPARC V9. Создали нам очень хороший дизайн-центр. Мы выполнили задание, смогли сохранить людей, а архитектура SPARC V9, в создании которой мы участвовали, стала базовой архитектурой всех 64-разрядных процессоров фирм Sun и Fujitsu. Нам в благодарность дали архитектурную лицензию — право разрабатывать собственные процессоры с системой команд SPARC — и исходные коды операционной системы Solaris».

В конце 1990-х появилось государственное финансирование, и в МЦСТ приступили к созданию двух архитектур микропроцессоров и вычислительных комплексов (МВК)

на их основе под общим названием «Эльбрус». «Эльбрус-90микро» первым попал к заказчикам в начале 2000-х. А в 2007 году на основе идей, заложенных еще в МВК «Эльбрус-3», завершилась разработка первого лицензионно чистого микропроцессора с архитектурой «Эльбрус», защищенного 50 патентами в США и России.

Сейчас в компании создана уже шестая версия процессора с архитектурой «Эльбрус». По пиковому (аппаратному) быстродействию, как заметил Александр Ким, она соответствует процессорам Intel 2015 года. «И мы хотим уже в ближайшее время по производительности достичь уровня самых быстрых микропроцессоров в мире. Нам удалось сделать быструю параллельную архитектуру, у которой очень большая перспектива повышения производительности — в разы — за счет развития компилятора и операционной системы, оптимизации прикладного ПО», — поясняет г-н Ким. ■

выполнять мы, объяснив это тем, что недостаточно обоснован спрос на эту продукцию. Спрос мы теперь должны были обосновать через сквозные проекты. Ваш журнал писал об этом в статье «Без этого мы не страна» (см. № 39 за 2020 год. — «Эксперт»). Хотя тогда под них еще не было нормативной базы, даже в виде проекта.

Но главное — это проект новой редакции 719-го постановления, размещенный 29 июля на сайте regulation.gov.ru, которым устанавливаются новые критерии отнесения вычислительной техники и СХД к отечественной продукции. В нем предложено перенести срок обязательного перехода на отечественные процессоры на 2023 год и отменить обязательное требование о монтаже системных плат в России. То есть снова можно будет использовать готовые импортные материнские платы с импортными процессорами, запрет на это реально заработает в конце 2023 года, а закупки техники на российских процессорах пойдут только в 2024 году.

— *Может быть, в правительстве решили, что отрасль не готова к такому переходу?*

**А. К.:** Все ровно наоборот. Усилиями правительства создана достаточная база для выполнения поставленной задачи. Разработано две линейки универсальных процессоров — «Байкал» и «Эльбрус». Сегодня в Едином реестре российской радиоэлектронной продукции есть восемь видов универсальных микропроцессоров, на их базе — 17 моделей СХД разных производителей, 14 моделей серверов, несколько видов персональных компьютеров.

До конца 2021 года выйдет серверный «Байкал-S», еще через квартал — новый выпуск «Эльбруса-16С» с поддержкой виртуализации. До середины 2022 года появится мобильный процессор «Эльбрус-2С3» для ноутбуков и ПК начального уровня. Ими будут покрыты все сегменты рынка процессоров для ПК, серверов, СХД. Готовится внесение нескольких десятков моделей вычислительной техники и СХД во всех сегментах.

Кроме того, с 2016 года отрасль в лице ведущих дизайн-центров отечественных микропроцессоров и крупных произ-

водителей вычислительной техники и СХД в сотрудничестве с государством вложила собственные средства (более десяти миллиардов рублей) и взяла субсидии на многие миллиарды рублей для создания научно-технического задела. То есть все сделано для выполнения поставленных государством задач.

Но есть и нерешенные проблемы. Не произошло массового переноса российского ПО на российские микропроцессоры. В мировом масштабе возник кризис производственных мощностей микроэлектроники, сроки поставки микросхем выросли до 12–14 месяцев! Многие предприятия инвестировали свои средства в создание складского запаса процессоров, но их недостаточно, чтобы закрыть потребности страны.

Но если произойдет сдвиг даты введения обязательного применения отечественных процессоров, это будет сигнал для промышленности и для потребителей: курс государства поменялся. Произойдет (и уже происходит!) снижение готовности партнеров работать, а потребителей — закупать продукцию на базе отечественных процессоров. Бизнес, инвестировавший свои средства в соответствии с декларированной государственной политикой, сделает вывод: если сдвиг сроков допущен один раз без веских и очевидных причин, то он может произойти и повторно. Произойдет потеря доверия бизнеса к государству как к беспристрастному и последовательному регулятору. И повторно рисковать никто не станет: нельзя менять правила игры на ходу, когда участники рынка уже «вложились» и создан большой задел в этом направлении.

Опасаясь за последствия предлагаемых изменений для отрасли, группа ведущих российских дизайн-центров по разработке процессоров — МЦСТ, «Байкал», «Элвис» и «Модуль» — направили свои предложения в правительство. Мы предлагаем сохранить действующие сроки запрета на использование импортных процессоров для тех групп продукции, где решения на основе российских процессоров уже внесены в Реестр отечественной продукции или где их внесение в реестр произойдет в ближайшее время. Для остальных направлений

## Внедрение отечественных процессоров в вычислительную технику должно быть тщательно подготовлено и происходить в разумные сроки

**В**опрос о сроках обязательного внедрения отечественных процессоров в вычислительную технику (ВТ) вызвал широкую дискуссию не только среди производителей процессоров, но и среди производителей ВТ.

Мы обратились к **Светлане Легостаевой**, генеральному директору консорциума «Вычислительная техника», созданного ведущими российскими разработчиками и производителями вычислительной техники, с просьбой прокомментировать последние инициативы правительства в области регулирования использования отечественных процессоров. Тем более что и сам консорциум, и большинство его членов поддерживают перенос сроков обязательного использования отечественных процессоров.

Вот что ответила нам Светлана Сергеевна:

— На наш взгляд, введение требований обязательности применения отечественных процессоров (ОП) не должно приводить к риску срыва или невыполнения как планов цифровизации у заказчиков, так и важных государственных инициатив, в частности системы квотирования, действующей с этого года. Необходимо учитывать множество факторов: срок серийного вывода на рынок как процессора, так и вычислительной техники на его базе, срок разработки программного стека и желательно еще срок тестирования, которое докажет соответствие оборудования или программно-аппаратного комплекса заявленным характеристикам. Пандемия внесла еще один важный критерий — срок поставки ЭКБ. Например, срок поставки процессоров «Эльбрус» с момента оплаты оценивается в 400 дней.

Существенным барьером для внедрения оборудования на ОП является адаптация под него функционально значимого программного обеспечения без потери производительности. Необходимо также помнить о соответствии нашей аппаратуры ожиданиям заказчика в плане технических характеристик и стоимостных параметров, хотя здесь мы все понимаем существующие объективные ограничения. Если не будет реализации и внедрения ВТ у заказчиков, то по цепочке проиграют все, включая производителей микроэлектроники. Никакие запреты не работают, если продукт непригоден для экосистемы заказчика, который также отвечает перед государством за решение стоящих перед ним задач.

2020 год ознаменовался первыми в истории импортозамещения миллиардными контрактами на поставку ВТ из Единого реестра отечественной радиоэлектронной продукции, и эту тяжело давшуюся победу необходимо закреплять и ни в коем случае не сдавать позиции. Да, все оборудование было на иностранных процессорах, но это неудивительно, если

вы разберетесь в требованиях к программному обеспечению в рамках ключевых национальных проектов. Аналогичная ситуация складывается и с государственными информационными системами. Вот почему мы уже обратились совместно с Центром компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ в правительство РФ с предложениями, направленными на стимулирование применения отечественного ПО, российской вычислительной техники на основе ОП в ГИС.

Что касается отдельных продуктовых групп, то наша позиция во многом перекликается с позицией ассоциации «Консорциум дизайн-центров и предприятий радиоэлектронной промышленности» (АКРП), которая объединяет таких ведущих разработчиков ЭКБ, как МЦСТ, «Байкал», «Элвис», «Элемент». Мы все сходимся на том, что в сегменте персональных компьютеров у нас достаточно широкая линейка продуктов на ОП, но необходимо срочно реализовать меры, направленные на адаптацию софта, о чем уже было сказано, и не оставить без внимания сроки возможной поставки и выпуска оборудования с учетом рисков сбоев, обусловленных работой фабрик, производящих ЭКБ. По планшетам и конкурентоспособным ноутбукам решений на ОП еще нет. При этом в прошлом году российские ноутбуки с трудом отвоевали 22 процента от объемов поставок в один из ключевых проектов в системе образования. В СХД дела относительно лучше, но представленные на ОП решения, наших участников в том числе, относятся к сегменту, который составляет не более 20 процентов всего рынка СХД. Да, есть поставки оборудования под «закон Яровой», но этот сегмент невелик и правила его регулирования независимо от общих может определять сам регулятор.

Как справедливо указала в своем отзыве на проект новой балльной системы, предложенной правительством, АКРП, «включение критично технически разной продукции в один код (26.20.2) под единым названием СХД (без введения подкодов) может привести к коллапсу рынка в рамках квот». А потребление процессоров в сегменте СХД в рамках квот может составить не более 20 000 штук в год, что точно не может оказывать существенное влияние на развитие и устойчивость микроэлектронной промышленности.

Продать отечественную технику даже на иностранных процессорах — сложная задача, и доля российских компаний все еще колеблется вокруг отметки 20 процентов. Сохраняя в Едином реестре радиоэлектронной продукции наше оборудование на иностранных процессорах, мы получаем шанс продолжать поступательное движение по отстаиванию нашего национального рынка. Компании, входящие в наш консорциум, а их 18, и большая часть из них



ИЗ ЛИЧНОГО АРХИВА СВЕТАНЫ ЛЕГОСТАЕВОЙ

— безусловные лидеры рынка, уже вложили миллиарды рублей в продукты на ОП линейки «Эльбрус» и «Байкал». Помимо прочего, многие из них получили государственные субсидии на разработки, что несет за собой колоссальную ответственность за невыполнение планов коммерциализации. Наша продукция на ОП уже представлена в реестре отечественной продукции. В планах на 2021 и 2022 годы порядка 60 наименований продуктов на ОП.

О барьерах внедрения я уже упоминала, и наш консорциум постоянно проводит работу, направленную на их устранение. Своевременный и эффективный инструмент, который был инициирован правительством, — сквозные проекты. Благодаря им по инициативе ключевых заказчиков — потребителей ВТ формируются проекты, в рамках которых будет внедряться отечественная ВТ на ОП. Уже сформировано 12 проектов на сумму более 180 миллиардов рублей. Пример якорных заказчиков, которые внедряют у себя наше оборудование на ОП, в совокупности с введенными квотами на закупку отечественной радиоэлектронной продукции является мощным катализатором спроса для нашей отрасли.

В апреле этого года наш консорциум совместно с АРПЭ обратился в правительство с инициативой ввести систему отдельных квот на оборудование с использованием ОП. В настоящее время она направлена правительством РФ в Минпромторг России. Наш консорциум также подготовил предложения по актуализации кодов ОКПД 2 (Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности. — «Эксперт»), которые в том числе позволяют более точно вводить обязательность применения ОП в различных продуктовых сегментах, особенно тех, где продукты могут серьезно отличаться по техническим и, соответственно, функциональным характеристикам.

можно пересмотреть эти сроки при сохранении структуры прочих обязательных требований.

### Что выберут якорные заказчики

— *Важнейшей частью правительственных нововведений в области микроэлектроники и электроники в целом стало введение системы сквозных проектов и якорных заказчиков, о которых вы уже сказали. В результате функции заказчиков тех же процессоров фактически перешли от Минпромторга к потребителям микроэлектроники. Известно, что некоторые дизайн-центры оказались в этот переходный период в сложном положении. Как вы относитесь к этому нововведению?*

К. Т.: Проблема действительно в том, что если у Минпрома была задача развить российскую микроэлектронику, то якорному заказчику все равно, какой процессор стоит внутри закупаемой техники. О будущем переходе на российские процессоры было известно еще два года назад, но даже сильные и богатые заказчики не прикладывали усилий, чтобы начать к этому готовиться.

Мы рассчитывали, что партнеры будут продвигать наши процессоры у заказчиков, но это тоже не сработало. У каждого крупного заказчика уже есть свои поставщики серверов и компьютеров на зарубежных платформах. Ему удобнее работать с конкретным поставщиком, и чтобы поставляемое оборудование решало его бизнес-задачу сегодня и завтра, как и вчера. Но с российскими процессорами так не получится, их внедрение — это труд и риск. Поэтому заказчик и поставщик придумают все, чтобы ничего не менять и ничем не рисковать.

И вот, к нашему удивлению, стали формироваться сквозные проекты, где на несколько лет вперед запланирована поставка вычислительной техники на базе импортных процессоров. Это противоречит всей предыдущей политике, а действующее постановление номер 719 не позволяет считать такую технику российской. Но некоторые из этих проектов уже прошли утверждение и в Центре компетенций, и на Общественном экспертном совете.

Считаем, что сквозные проекты должны создаваться только под российскую микроэлектронику и поставки техники на ее основе. А для снижения технологических рисков в каждый сквозной проект нужно включать два или больше уже созданных российских процессора разных линеек.

А. К.: Мы понимаем, что правительство в сложном положении: пережмут — сорвут закупки, ослабят — умрут дизайн-центры... Но правительству нельзя прогибаться под сложившиеся обстоятельства, нужно дорабатывать систему поддержки, подходить «нервно»: по-другому в мировой кризис, на фоне олигополии зарубежных платформ и не получится.

Фактически нужно вводить планирование поставок российских чипов с авансированием производства разных линеек российских процессоров, буквально как при Госплане, и адресно работать с ключевыми поставщиками российского ПО, с разработкой ОС и компиляторов, чтобы все наши чипы были «одеты» всем необходимым ПО. Вероятно, формировать отдельное направление поддержки для переноса российского ПО вне рамок сквозных проектов.

Конечно, производителям оборудования очень трудно переключиться сразу и целиком на российские процессоры. Поэтому мы предлагаем на оставшейся от пятидесятипроцентной (в виде квот) части регулируемого рынка ввести преференции для продукции по всем прочим требованиям российской, но на зарубежном процессоре. А также придумать для нее меры поддержки на открытом (нерегулируемом) рынке. Это даст им возможность вернуть инвестиции, поддержать себя на

время перехода на российские процессоры. Дополнительно принять меры, чтобы привлечь иностранные компании к переносу производства и передовых технологий в Россию.

— *То есть как бы запараллелить два варианта развития?*

А. К.: Да, но с очень жестким контролем за выполнением квот на поставку техники на российских микропроцессорах, за использованием только техники на российских процессорах в критической информационной инфраструктуре и за включением только техники на российских процессорах в сквозные проекты.

### Панацея ли RISC-V?

— *На конференции ЦИПР-2021 возникла дискуссия о перспективах использования в отечественных процессорах системы команд RISC-V, которую в России продвигает компания «КНС групп» (Yadro), обещающая, как я понимаю, в ближайшие годы начать оснащать системы хранения данных такими процессорами, которые она рассчитывает разработать и начать поставлять. И именно в расчете на это она активно выступает в поддержку переноса сроков комплектации СХД отечественными процессорами. Как вы относитесь к этим идеям, которые, казалось бы, могут перевернуть российский рынок микропроцессоров, а энтузиасты настаивают, что и мировой?*

К. Т.: Тему RISC-V можно использовать и во благо, и во вред для отечественной микроэлектроники. RISC-V — это открытая система команд, спецификация которой доступна для свободного и бесплатного использования при реализации процессоров, но допускающая и «закрытые» реализации.

Вокруг нее формируется сообщество, которое разрабатывает процессоры и ПО под эту систему команд. Для развития и продвижения RISC-V в 2015 году создан международный консорциум RISC-V и ассоциация со штаб-квартирой в Цюрихе, хотя фактически она находится под контролем американцев.

Сама система команд RISC-V принципиально не отличается от бывших до нее начиная с 1980 года реализаций идеи RISC — процессора с упрощенным набором команд, она лишь учитывает прожитый опыт, избегает введения команд и принципов, неудобных для современной реализации.

— *Открытая архитектура — это что-то наподобие Linux?*

К. Т.: Действительно, эта идея напоминает идею открытого программного обеспечения — open-source software. Но есть большая разница между открытым программным обеспечением и открытой процессорной архитектурой. В проект с открытым ПО могут вкладывать свои идеи и добавления любые программисты, и сообщество способно это перевернуть и исправить ошибки: исправление денег не стоит. В случае же с описанием логики процессоров, если там обнаружилась ошибка, то приходится выкидывать маски для производства микросхем и делать их заново. А это миллионы долларов. Ведь проверить, что оно не содержит ошибок, практически невозможно — нет таких технологий, нет теории, нет науки для этого.

Поэтому я думаю, что модель, когда открытое описание процессора выложено и кто угодно может его скачать и внести в него изменения, будет работать только для сравнительно простых ядер. Уверен, что если кто-то на основе RISC-V создаст высокопроизводительный, с хорошими характеристиками процессор, то на этом открытость такой разработки закончится, ведь это «золото» разработчика. Он будет либо лицензировать эту реализацию за деньги, либо сам производить процессоры.

Так и происходит: открытые проекты на этой платформе, которые мы видим, — процессоры начального уровня. И миро-



Стенд для прототипирования новых процессоров

ОЛЕГ СЕРГЕЕВИЧ

вой лидер SiFive, и другие разработчики мощных ядер RISC-V не раскрывают их описания.

При этом самые мощные в мире ядра RISC-V по производительности находятся на уровне ядер для смартфонов. Это естественно, потому что разработка мощных ядер, пригодных для десктопов и серверов, — это многолетний путь, и никто не сможет «пробежать» его за несколько лет.

— Так что, в «КНС групп» недостаточно квалифицированные люди или они лукавят?

К. Т.: Дизайн-центр Synopsys, приобретенный «КНС групп», разрабатывает процессоры на основе этой платформы у нас в России. Там работают высокие профессионалы, но пока что этот центр не был замечен в выпуске действительно серьезных процессоров. Это нормально, для разработки таких процессоров нужно много времени и несколько попыток.

Но дело не конкретно в «КНС групп» (в России есть и другие разработчики ядер RISC-V) и даже не в конкретном поле применения — а мы видели сквозные проекты и с персональными компьютерами, и с серверами на базе RISC-V, — а в общем принципе.

В современных микропроцессорах несколько миллиардов транзисторов, соединенных между собой несколькими километрами проводов внутри кристалла. Это физически и логически очень сложные изделия. В мире много примеров, когда разработки микропроцессоров завершаются провалом.

Допустим, компания X формирует сквозные проекты со своими будущими процессорами, в которых на первые несколько лет, пока их нет, запланированы поставки техники на базе зарубежных процессоров. Тогда, даже если они не успеют в срок сделать новый процессор, они смогут восполнить объем поставки техникой на зарубежных процессорах. В результате, что бы ни получилось, они в выигрыше. Но это противоречит

идее сквозных проектов. На каком основании технику на базе импортных процессоров нужно субсидировать или разрешать поставлять ее «мимо» конкурсных процедур, мотивируя это сквозным проектом и будущим процессором? Что помешает в рамках проекта продолжать поставки техники на импортных процессорах, если свой не получится?

Выходит, что всех участников рынка, кто сразу откликнулся на требования государства, раньше других начал инвестировать в создание решений на российских процессорах и сейчас имеет линейку продуктов, просят «подождать» отстающего игрока, а пока позволить этому отстающему игроку занять рынок за счет поставки оборудования на импортных процессорах.

Нам кажется рискованным ориентироваться на неготовый продукт, который даже еще не спроектирован, в ситуации, когда уже есть готовые процессоры и наши, и «Байкала», и других компаний...

RISC-V — хорошая система команд, но это точно не «серебряная пуля», решающая все проблемы. Для RISC-V очень мало ПО, меньше, чем для ARM, не говоря уже про x86 (архитектура процессора и одноименный набор команд, впервые реализованные в процессорах компании Intel). В сквозных проектах на базе RISC-V недостаток ПО указан как один из главных рисков. Но если у «Эльбруса» есть бинарная совместимость с x86, которая может «выручить» в крайнем случае, на RISC-V такой технологии еще нет.

Поэтому к идее RISC-V нужно подходить взвешенно, понимая риски, не отказываясь от созданного багажа разработок. И планировать внедрение RISC-V только после тестирования реальных образцов процессоров в кремнии.

Если же говорить на перспективу, то тоже есть вопросы: всегда ли будет открыт RISC-V для России? Не возникнут ли в мире RISC-V новые монополисты? Нам предлагают спешно садиться в лодку, которой управляем не мы, и отказаться от уже имеющихся разработок...

## Продолжаем работать

А. К.: Считаю, что интересы государства должны победить, потому что скорый и успешный переход на отечественную микроэлектронику жизненно важен для безопасности страны в эпоху цифровизации. Времени мало. Мы продолжаем работать, наращиваем производительность наших процессоров, осваиваем новые технологии, добавляем функциональности ядру, улучшаем характеристики, развиваем технологию двоичной совместимости и безопасности вычислений. Делаем процессор более гибким, удобным для программистов. Планируем повышать открытость своей архитектуры, чтобы развивалось свободное ПО для «Эльбруса». Развиваем систему команд для поддержки алгоритмов искусственного интеллекта, вводим другие новшества...

Мы не идем в вертикальную интеграцию, делаем процессоры для всей страны, создаем платформы. Строим партнерства с ведущими российскими разработчиками операционных систем, прикладного ПО, радиоэлектронной аппаратуры, передаем им технологии для создания продуктов на основе архитектуры «Эльбрус». Нас об этом просил рынок, и мы это слышим. Мы уже десяткам компаний дали свой референс-дизайн — это образцовый дизайн материнской платы, чтобы они могли делать материнские платы на основе наших процессоров. Все они рассчитывают на сохранение требований по использованию российских процессоров в СХД, серверах и ПК. Перенос требований постановления номер 719 на два года «вправо» для них все равно что разворот в государственной политике. Надеемся, что правительство этого не допустит, а по итогам обсуждений будут согласованы принципы регулирования, соответствующие стратегическим целям и задачам отрасли. ■