

## Из Китая с космической электронной компонентной базой

**Компания «Феникс Электроникс» — ведущий поставщик в Россию электронной компонентной базы (ЭКБ), производимой в КНР и предназначенной для аэрокосмической отрасли, — развивает направление компонентов высоконадежного исполнения для ответственных применений. Перспективу бизнеса компании директор Евгений Данилов видит в использовании передовой китайской ЭКБ в отечественных разработках, аналогов которой пока не выпускает российская электронная промышленность.**

— *С распадом Советского Союза и индустриальной кооперации отечественные разработчики и приборостроительные предприятия в буквальном смысле «подсели» на американские и европейские высоконадежные компоненты. Реальна ли в принципе технологическая конкуренция с ними другой иностранной ЭКБ?*

— Когда в 2014 году, сразу после появления западных экономических санкций против России, компания «Феникс Электроникс» вышла на рынок, у большинства потребителей было весьма настороженное отношение к китайской высоконадежной ЭКБ. С ней просто никто не был знаком. До сих пор широко распространено мнение, что из Китая поступает много контрафактной продукции не всегда высокого качества, попросту — дешевых подделок. Пять лет назад факт, что в КНР существует промышленность, выпускающая радиационно стойкую ЭКБ мирового уровня, стал новостью для большинства специалистов.

Сегодня в китайских космических аппаратах (КА) используется на 90% собственная ЭКБ. Это однозначно подтверждает высокий уровень качества номенклатуры китайских компонентов, в том числе самых сложных, высоконадежных и радиационно стойких ПЛИС, ЦАП и АЦП, микропроцессоров, микросхем памяти, DC/DC-преобразователей и микросхем питания, интерфейсных микросхем и других электронных компонентов.

**Сегодня в китайских КА используется на 90% собственная ЭКБ.**

— *Процент используемой собственной китайской ЭКБ в космической программе впечатляет. С какими китайскими производителями вы сотрудничаете?*

— В Китае большое количество производителей высоконадежной и радиационно

стойкой ЭКБ. Сегодня мы поставляем продукцию более 45 компаний. И постоянно ищем новых поставщиков, начиная этот процесс с изучения не закрытых пока потребностей отечественных предприятий. Говоря о наших конкретных китайских партнерах, правильнее упомянуть корпорации, частью которых они являются. Прежде всего, это Китайская корпорация аэрокосмической науки и техники (CASC) и входящие в нее Пятая (CAST) и Девятая академии (CAAET). В этих академиях сосредоточены основные производители радиационно стойкой ЭКБ. Большое число производителей высоконадежных электронных компонентов входят в Китайскую корпорацию аэрокосмической науки и промышленности (CASIC), Китайскую корпорацию электронных технологий (CETC), Китайскую электронную корпорацию (CEC), Китайскую корпорацию авиационной промышленности (AVIC). В последние годы они являются участниками многих международных салонов и форумов, в том числе и в России, на которых представляют свои достижения в ракетно-космической отрасли, гражданской и военной авиации, в производстве вооружения и военной техники различного назначения.

— *До санкций использование западной высоконадежной ЭКБ для ответственных применений российскими предприятиями считалось обоснованным. Безопасен ли для отечественных предприятий переход на ЭКБ китайского производства?*

— Поначалу нас спрашивали: не реплика ли это или добытая по неведомым каналам перемаркированная западная продукция? Ведь в номенклатуре «Феникс Электроникс» присутствуют прямые аналоги (pin-to-pin) труднодоступных к поставке высокопроизводительных западных компонентов: замена американского компонента не требует существенного изменения конструкции изделия



Евгений ДАНИЛОВ,  
директор ООО «Феникс Электроникс»:  
«Поставляя в Россию ЭКБ производства КНР аэрокосмического и высоконадежного исполнения для отечественных проектов, мы снижаем риски, связанные с недоступностью западной элементной базы»

и — довольно значимый момент — проводится в сжатые сроки. Это касается даже таких уникальных продуктов, как, например, радиационно стойкие аналоги ПЛИС серий Kintex-7 и Virtex-7 от компании Xilinx. Но китайские предприятия действительно сумели создать и серийно выпускать собственную ЭКБ с характеристиками не хуже западных аналогов, создав производство с нуля. Это вызывает уважение профессионалов.

— *Производственные возможности все-таки имеют некоторые пределы. Для любой национальной микроэлектроники особенно показателен уровень проектных норм выпуска новейших микросхем. Какого уровня достигли в секторе изготовления ЭКБ для высоконадежного специального применения в Китае?*

— Да, культуру производства скопировать или купить невозможно. И нынешняя китайская микроэлектроника не появилась в одночасье. Ее развитие в КНР началось лет 60 назад и впоследствии значительно ускорилось, когда были введены первые западные экономические санкции против КНР. И уже 25 лет развитие китайской электроники идет опережающими темпами. Так, первую собственную ПЛИС Пекинский институт микроэлектронных технологий ВМТИ создал в 1996 году, а теперь выпускает самые высокопроизводительные современные ПЛИС. Китайская микроэлектронная индустрия быстро догоняет Запад: еще

в прошлом году минимальная проектная норма для сложных радиационно стойких компонентов в КНР составляла 65 нм, но уже в 2020 году появились микросхемы, изготовленные по норме 28 нм.

— *Почему, при столь очевидных достижениях, ЭКБ, применяемая в китайской космической технике, так мало известна за пределами страны?*

— В Китае множество производителей ЭКБ, специализирующихся на различных видах изделий. Они очень разные: от сравнительно небольших заводов по выпуску электроники до крупных корпораций. Но многие китайские производители высоконадежной ЭКБ неизвестны не только российскому потребителю: информацию о 85% представителей этой отрасли КНР не найти в Интернете. На небольших современных электронных предприятиях Китая иногда отсутствуют англоговорящие сотрудники. Но дело даже не в языковом барьере, а в том, что они практически не занимаются маркетингом и продвижением, десятилетиями работая исключительно на внутренний, весьма закрытый рынок. Это специфика китайской авиакосмической электроники, которая является исключением в экономике Китая, в целом ориентированной на мировой рынок.

— *К западным ЭКБ доверие в России выше, прежде всего потому, что многие изделия неоднократно испытаны в России и за рубежом. Значит, важнейший аспект знакомства — испытания китайских высоконадежных и радиационно стойких компонентов. Как же они проходят?*

— Принципиальным в модели бизнеса «Феникс Электроникс» является то, что для взаимодействия с множеством производителей в КНР мы выбрали стратегического партнера CAST SACES — Китайский инженерный центр аэрокосмических компонентов Китайской академии космических технологий. Эта организация отвечает за качество ЭКБ в национальном масштабе. В КНР сохранен единый и фактически полный государственный контроль над качеством космической техники: CAST SACES комплектует, контролирует производство, испытывает и квалифицирует ЭКБ для бортовой аппаратуры 90% китайских космических аппаратов.

— *Насколько при этом различны требования российских и китайских стандартов, прежде всего к радиационно стойкой ЭКБ?*

— Российские специальные стандарты жестче по ряду параметров, чем американские и европейские. Но подходы к подтверждению качества ЭКБ в КНР и РФ аналогичны. Есть определенная сложность в том, что китайские методики испытаний собственные и закрытые. При этом, анализируя протоколы испытаний, мы видим, что многие их стандарты один в один соответствуют американским. То есть мы убедились, что объем испытаний ЭКБ в КНР полностью со-

ответствует американскому стандарту MIL-STD-883 и европейским стандартам ECSS, методики которых опубликованы. Все сертификационные испытания в России также подтверждают, что уровень качества высоконадежной ЭКБ из КНР полностью отвечает российским стандартам. Поэтому мы ответственно утверждаем, что это столь же надежная иностранная ЭКБ, как американская и европейская.

Нюанс изначально заключался в том, что ряд испытаний, проведенных в Китае, приходилось выполнять заново уже на базе российских испытательных центров. Теперь же в ряде случаев заказчик допускает закрывать испытания доверенными китайскими протоколами.

**Сертификационные испытания в России подтверждают, что уровень качества высоконадежной ЭКБ из КНР полностью отвечает российским стандартам. Мы ответственно утверждаем, что это столь же надежная иностранная ЭКБ, как американская и европейская.**

— *Раз речь зашла о стандартах: для разных орбит КА существуют различные нормы по радиационной стойкости. Для каких орбит могут применяться компоненты, поставляемые из Китая?*

— ЭКБ производства КНР обеспечивает гарантированную радиационную стойкость к общей накопленной дозе более 100 крад (Si) и к воздействию тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) более 75 МэВ·см<sup>2</sup>/мг, соответственно, может применяться в бортовой аппаратуре КА на различных орбитах.

**ЭКБ производства КНР обеспечивает гарантированную радиационную стойкость к общей накопленной дозе более 100 крад (Si) и к воздействию тяжелых заряженных частиц более 75 МэВ·см<sup>2</sup>/мг и может применяться в бортовой аппаратуре КА на различных орбитах.**

— *Может ли китайский производитель поставить в Россию высоконадежные компоненты для космоса, не прошедшие контроль CAST SACES?*

— Повторю, что лишь небольшой круг китайских производителей поставляет конечному потребителю космической отрасли КНР компоненты, минуя CAST SACES. Прежде всего — для коммерческих запусков частных космических компаний. Клиенты «Феникс Электроникс» всегда получают заключение и гарантию главного китайского испытательного центра. В этом и заключается суть нашего взаимодействия. Второй важнейший его аспект для нас — охват большого количества производителей высоконадежной ЭКБ в КНР, предназначенной для космоса и ответственных примене-

ний. CAST SACES работает уже 40 лет, его сотрудники знакомы с профессионалами, имеющими безусловный авторитет и безупречную репутацию в китайской микроэлектронике. Мы постоянно прибегаем к советам коллег. Бывают случаи, когда они прямо не рекомендуют приобретать новые компоненты даже известных производителей, которые еще не прошли квалификационные испытания в Китае.

— *И все-таки доверие — человеческое качество, не всегда возникающее по итогам проверок и испытаний. Растет ли доверие российских инженеров к китайским производителям?*

— Да, с 2014 года уровень доверия к высоконадежным компонентам из Китая у нас существенно вырос. Китайская ЭКБ, как и любая ЭКБ иностранного производства, в России должна проходить и проходит сертификационные испытания, подтверждающие ее уровень качества. Провал испытаний дорого обойдется поставщикам. Репутационный ущерб еще серьезнее, особенно для китайских партнеров. Кроме того, несколько крупных китайских производителей высоконадежной ЭКБ поставили перед собой задачу стать игроками с мировым именем. Это амбициозная цель, подразумевающая большую ответственность и предъявляющая высокие требования к качеству продукции. Китайские специалисты очень стараются соответствовать уровню этой задачи, стремятся подтверждать его во всем. На заводах производителей высоконадежной ЭКБ работают китайцы, отличные от досужего стереотипа: образованные люди, часто с научными степенями, полученными в престижных технических вузах. Они чрезвычайно компетентны, честны, скромны и интеллигентны.

**На заводах производителей высоконадежной ЭКБ в Китае работают люди, отличные от досужего стереотипа: образованные, часто с научными степенями, полученными в престижных технических вузах. Они чрезвычайно компетентны, честны, скромны и интеллигентны.**

— *Что изменилось в работе с китайскими партнерами в связи с пандемией коронавируса и торговыми войнами?*

— Увы, в этом году из-за закрытия границ мы не смогли организовать визиты представителей российских заказчиков на производство в Китай и провести ежегодный технический семинар для наших заказчиков в очном режиме. Но непростая ситуация с пандемией оказалась очень показательной для понимания наших китайских партнеров в самом позитивном смысле. Их отношение, поведение в сложных ситуациях было очень адекватным и достойным. Пик карантина в Китае пришелся на февраль, но после полу-

тора месяцев изоляции там вышли на работу и начали трудиться с удвоенной силой. Они очень собраны. Там жесткая дисциплина, строгие графики по всей индустриальной вертикали. Перерыва в поставках наши клиенты в России не заметили. При довольно продолжительных циклах производства ЭКБ сравнительно небольшое отставание было быстро наверстано. Китайские партнеры сделали многое, чтобы выполнить обязательства в срок. К слову, и ключевые российские микроэлектронные заводы не прекращали работу. Никто, в том числе «Феникс Электроникс», не нарушил свои обязательства.

— **Первых клиентов подкупило качество и низкая цена китайской ЭКБ?**

— Скорее подкупила наша идеология, принципы и подход к клиенту и качеству поставок. Мы изначально стараемся выстроить партнерские взаимоотношения с покупателем. У всех торговых компаний есть задача поставлять продукцию с хорошими условиями по адекватной цене. Но мы не хотим продать единожды — поставить ЭКБ без учета актуальных целей заказчика, поэтому всегда ведем речь одновременно о преимуществах и о возможных рисках, о выгодах и о затратах. В частности, объясняем, почему высоконадежные компоненты из КНР не стоят много дешевле аналогов из США или ЕС, — это такие же качественные изделия, в их производство вложено не меньше интеллекта и ресурсов.

От формирования первичного ТЗ мы отвечаем на все вопросы заказчика в максимально прямом и тесном взаимодействии с китайскими производителями. Первую поставку начинаем с инженерных образцов для прототипов, совместного анализа результатов испытаний на китайской стороне, технически сопровождаем поставку до получения компонентов «летного качества».

— **Насколько в принципе сложен переход с западных компонентов на китайские?**

— Главная сложность — во внутренних процессах принятия решений и большом количестве согласований, требующихся для такого перехода. Никто не в восторге от перспективы пройти все круги внутренних корпоративных и ведомственных согласований, связанных с заменой ЭКБ в надежно рабо-

тающих годами изделиях. Даже при наличии pin-to-pin-аналога пересогласовывать конструкторскую документацию, получив разрешение на применение китайских электронных компонентов, для инженеров — головная боль. Многим сотрудникам заказчика приходится думать не о преимуществах в будущем, а о сегодняшнем ворохе документов. Конечно, было бы гораздо проще, если все санкционные критичные компоненты можно было бы согласовать и заменить одновременно. Но на деле пока разработчик не столкнется с невозможностью конкретной поставки компонентов, инициативной замены, как правило, не происходит. Вероятно, такая инерционность оправдана. Но уже появились российские заказчики, которые оценивают санкционные риски и планируют замещение ЭКБ заблаговременно.

— **Некоторые российские компании тоже выпускают радиационно стойкие компоненты. «Феникс Электроникс» координирует свою работу с этими производителями?**

— Цель «Феникс Электроникс» — обеспечить российских разработчиков и изготовителей радиоэлектронной аппаратуры качественными электронными компонентами. И тут мы ни в коем случае не конкуренты российским производителям ЭКБ. Мы работаем в тренде рынка отечественных ЭКБ, в том числе импортозамещения, поддерживаем эту программу, считая ее правильной. Более того, де-факто мы выступаем ее помощником и консультантом. Как патриоты России мы — за приоритетное развитие отечественной промышленности. Не на словах, а на деле: мы поставляем только ту ЭКБ, которую пока не могут предложить отечественные производители, то есть решаем конкретные задачи заказчиков здесь и сейчас, позволяем им выпускать российскую продукцию мирового уровня.

Внутреннее производство обеспечивает не все потребности разработчиков специальной аппаратуры, например не покрываются потребности в ПЛИС, скоростных ЦАП, АЦП, микросхемах памяти. Качественные поставки из Китая высоконадежных и радиационно стойких электронных компонентов для ответственных применений мы видим не только задачей нашего бизнеса, но и нашей гражданской миссией.

**Мы за приоритетное развитие отечественной электронной промышленности не на словах, а на деле. «Феникс Электроникс» поставляет только ту ЭКБ, которую пока не могут предложить отечественные производители, решая конкретные задачи заказчиков здесь и сейчас, позволяя им выпускать российскую продукцию мирового уровня.**

— **Каковы ваши ближайшие планы?**

— Степень неопределенности в текущих условиях возрастает, но при этом глобальные задачи и долгосрочные цели российской электронной промышленности по-прежнему неизменны. Потребность в передовой радиационно стойкой и высоконадежной китайской ЭКБ с учетом санкционной политики западных стран в ближайшие годы будет только увеличиваться. Разработчики, единожды применившие китайские электронные компоненты, продолжают использовать их в своих разработках. Мы давние участники авиасалона «МАКС» и постоянно видим рост интереса российских заказчиков к надежной и доступной китайской ЭКБ. Недаром в 2019 году «МАКС» первые проходил в партнерстве с КНР. Так, в следующем году мы планируем развернуть свою экспозицию не только на «МАКСе», но впервые и на форуме «Армия».

Благодаря компетенциям и опыту на довольно сложном рынке нам удастся следовать правильным рыночным курсом. Обороты «Феникс Электроникс» уверенно растут в последние пять лет. Хотя важнее и показательнее — динамичный рост числа наших партнеров: головных заказчиков и входящих в их кооперацию предприятий. Наша цель — стать ключевым поставщиком высоконадежной ЭКБ производства КНР для ответственных применений в РФ.

**«Феникс Электроникс» — один из ключевых поставщиков иностранной ЭКБ для российской аэрокосмической отрасли с рядом эксклюзивных позиций в поставках.**

*Интервью провел  
Дмитрий ПЕТРОВ*