

Мы видим, что можем разговаривать с зарубежными компаниями на равных

Рассказывает заместитель генерального директора, главный конструктор АО «Микроволновые системы» А. А. Кищинский



Компания «Микроволновые системы» отмечает в этом году юбилей – 15 лет. Это частное предприятие прочно занимает нишу разработки и производства широкополосных СВЧ-усилителей для различных диапазонов частот от 0,5–1 до 18–20 ГГц, при этом двигаясь и в другие секторы СВЧ-электроники, в том числе в область разработки АФАР гражданского применения. О том, как создавалась компания, каких успехов достигла за прошедшие годы, а также о современных мировых тенденциях в области СВЧ и возможностях российских компаний в создании передовых решений, конкурентоспособных на глобальном рынке СВЧ-устройств, мы поговорили с одним из основателей компании, заместителем генерального директора, главным конструктором АО «Микроволновые системы» Андреем Александровичем Кищинским.

Андрей Александрович, в этом году вашей компании исполняется 15 лет. Расскажите, пожалуйста, с чего всё начиналось.

Наша компания была организована в 2004 году. В то время я работал в Центральном научно-исследовательском радиотехническом институте (сегодня – АО «ЦНИРТИ имени академика А. И. Берга»), руководил направлением разработки широкополосных СВЧ-усилителей мощности. В Советском Союзе этой тематикой занимались несколько крупных организаций электронной промышленности, работало много компетентных специалистов. Но в 1990-х годах возник вакуум заказов, и большинство этих предприятий сконцентрировалось на других, более востребованных в то время направлениях. А в нашем институте эта тематика продолжала развиваться, мы шли в ногу со временем благодаря сотрудничеству с одним из научно-исследовательских институтов Китая.

Однако в 2004 году по определенным причинам я решил покинуть ЦНИРТИ. И как раз в этот момент Калужскому научно-исследовательскому радиотехническому институту (КНИРТИ) потребовались новые широкополосные усилители для крупного экспортного заказа. Зная, что я занимался этой тематикой много лет, с вопросом о возможности разработки и налаживания серийного производства таких приборов ко мне обратился директор КНИРТИ Евгений Сергеевич Качанов. Я согласился. Так появилось ЗАО «Микроволновые системы» – компания, изначально ориентированная на один-единственный продукт, который на тот момент даже не был разработан. Можно назвать это авантюрой, можно – прозорливостью Евгения Сергеевича, но так или иначе через год эта разработка была завершена, прошла необходимые испытания, и на арендуемых в то время у ЦНИРТИ площадях мы начали выпуск изделий, которые успешно

поставлялись в течение срока действия нашего первого пятилетнего контракта и, кстати, выпускаются нами до сих пор уже почти 15 лет, найдя свое применение в продукции других предприятий.

То есть «Микроволновые системы» сразу обладали и возможностями в области разработки, и производством?

Тогда в первую очередь мы ориентировались на производство. К созданию собственного проектного отдела, обеспечению возможности выполнять разработки на заказ мы пришли позже – в 2007 году, когда мы почувствовали интерес потенциальных заказчиков.

В конце 2007 года у нас начался новый период развития компании. Помимо создания проектного отдела, мы переехали из ЦНИРТИ на завод «Плутон», при этом расширив наши площади с 200 до 750 м². Мы готовили новые площади около полугода, а переехали всего за два дня, практически не останавливая производство.

Совсем недавно мы – не по своей воле – снова сменили место дислокации. В конце 2018 года арендовали 1100 м² здесь, в бизнес-центре «Сокол». В рекордно короткие сроки – за полгода от начала проектных работ до ввода в эксплуатацию, усилиями наших новых партнеров – ООО «Рубин» и строительных подрядчиков БЦ «Сокол» – оборудовали производственные и офисные помещения, включая 200 м² чистых комнат класса ISO 7 с инженерными системами. И с 1 июля мы здесь.

К этому моменту у нас разработано более 120 типов СВЧ-приборов, выполнены десятки ОКР, клиентская база превысила 400 предприятий, а по объемам производства мы вышли на стабильный уровень 2,5–3 тыс. сложных СВЧ-изделий в год.

Должен сказать, что, несмотря на значительные финансовые потери и несколько месяцев нервотрепки в связи с передислокацией, мы даже рады случившемуся. В бизнес-центре арендовать площади комфортно, потому что сдача помещений – это их основной бизнес. Мы никому не мешаем, и никто не мешает (а арендодатель активно помогает) нам. Сейчас мы обладаем всем необходимым – от чистых помещений до складов. Но уже на следующий день после переезда мы начали планировать расширение, и, надеюсь, в ближайшее время нам удастся нарастить мощности по выпуску СВЧ-приборов до 5–6 тыс. шт. в год.

Это связано с ростом количества заказов? Вы ожидаете, что рынок СВЧ-приборов будет расти?

У нас действительно количество заказов растет: в следующем году планами потребителей

предусмотрено увеличение объема выпуска изделий более чем в два раза. Расширение производства – это уже сложившаяся необходимость, а не следствие оптимистичных ожиданий.

Но говоря про рынок в целом, я не стал бы утверждать, что он обладает устойчивым ростом. Наш бизнес в большой степени носит ситуативный характер. Мы производим широкую номенклатуру изделий, потребляемых большим количеством предприятий, и при определенных обстоятельствах суммарный объем заказов может вырастать, если, например, у некоторых заказчиков начинается модернизация оборудования, у некоторых – подходит срок капитального ремонта, у некоторых – завершаются ОКР и изделия осваиваются в серийном производстве. Но полагаться на то, что такие благоприятные условия будут всегда, мы не можем.

Нами разработано более 120 типов СВЧ-приборов, выполнены десятки ОКР, клиентская база превысила 400 предприятий

Что входит в номенклатуру изделий, которую вы производите?

Как уже говорилось, начинали мы с широкополосных СВЧ-усилителей мощности. Эти приборы остаются основными нашими продуктами, но их линейка за годы существенно расширилась. Сейчас мы перекрываем все востребованные диапазоны с октавными и сверхоктавными полосами частот от 0,5–1 до 18–20 ГГц. Среди этих изделий есть более востребованные, которые мы производим сотнями в год; есть и менее востребованные, интересные узкому кругу заказчиков. Но в целом это направление у нас очень устойчивое, оно приносит нам основной доход. Я могу сказать, что в данной области у нас нет конкурентов в России. Однако новизна этой тематики уже практически исчерпана, мы получили практически все основные технические решения и сейчас занимаемся «шлифовкой» характеристик: уменьшаем массу изделий, повышаем их КПД, снижаем себестоимость.

Параллельно мы занимаемся и другими направлениями. Одним из наиболее успешных среди них стали импульсные усилители для радиолокации. В этой области у нас есть, я бы сказал, выдающиеся приборы. В частности, нам удалось разработать импульсные усилители со встроенными источниками вторичного питания с очень низким уровнем вносимых фазовых и амплитудных флуктуаций. Они используются для усиления зондирующего сигнала, подаваемого,

например, на распределительную систему АФАР. Сейчас мы поставляем такие приборы для двух уважаемых организаций, но их доля в объеме нашей продукции остается небольшой.

Это усилители средней мощности – десятки ватт. Но мы также двигаемся в направлении импульсных усилителей спектрально чистого сигнала с мощностью несколько сотен ватт и более. Одна из разработок уже завершена.

Также мы сейчас продвигаем на рынке собственный 50-Вт внутрисогласованный транзистор и гибридную интегральную схему 12-Вт драйвера к нему для радиолокационных устройств X-диапазона, разработанные нашими специалистами с применением зарубежных технологий.

Ждем, когда отечественные фабрики смогут обеспечить нужные нам надежность, качество и цену в области приборов на GaN

Мы видим хорошие перспективы в таком направлении, как разработка монолитных интегральных схем (СВЧ МИС) на арсениде и нитриде галлия, а также дискретных транзисторов на основе этих материалов для наших собственных нужд, выпускаемых на зарубежных полупроводниковых фабриках (фаундри). Мы также осваиваем выпуск однослойных керамических СВЧ-конденсаторов, гермовводов и ряда других пассивных СВЧ-компонентов для использования в собственных модулях и блоках. Разрабатываемые СВЧ дискретные элементы и ИС позволяют заменить в наших изделиях ключевые компоненты американских и европейских производителей. В дальнейшем мы планируем предлагать эти компоненты на российском рынке.

Еще одно перспективное направление – АФАР. Сейчас мы разрабатываем антенную решетку для бортового радиолокатора вертолетов патрульно-спасательной службы. Ее прототип мы уже демонстрировали в этом году на авиасалоне МАКС-2019. Вхождение на рынок АФАР даже сложнее, чем на рынок СВЧ МИС, но тем не менее мы связываем большие надежды с этим направлением, потому что идем к тому, чтобы создать антенну, которая будет сочетать в себе ряд, казалось бы, несочетаемых параметров: относительно низкую цену, высокую надежность, малое энергопотребление, воздушное охлаждение и малые габариты. Не забываем и электрические характеристики. Однако наш опыт и анализ рынка показывают, что у потребителей электрические

характеристики обладают меньшим приоритетом, чем цена, надежность и прочие перечисленные выше факторы. Мы ведем эту разработку на собственные средства и рассчитываем на ее востребованность в будущем.

Почему вы производите МИС и транзисторы на зарубежных фаундри?

Мы ждем, когда отечественные фабрики, которых, кстати, достаточно много, выйдут на промышленный уровень в области приборов на нитриде галлия, который будет способен обеспечить нужные нам надежность, качество и, что тоже немаловажно, цену. Мы постоянно следим за достижениями как российской фундаментальной науки, так и производственных предприятий, проводим испытания новых интересных решений в области СВЧ-транзисторов и ИС, консультируем производителей как потенциальные заказчики, понимающие, какие эксплуатационные параметры должны быть у прибора.

Из фабрик, транзисторы которых мы испытывали, на данный момент я могу отметить две, наиболее близко подошедшие к тому, чтобы начать разговор об обеспечении потребностей российского рынка СВЧ-электроники. Первая – АО «Светлана-Рост». Достоинство этой компаний в том, что они изначально ориентированы не на продукты, а на кристалльное производство, на услуги фаундри. Действуя таким образом, они пытаются достичь и зафиксировать стабильные результаты, пусть и достаточно скромные в сравнении с зарубежными.

Вторая компания – АО «НПФ «Микран». На мой взгляд, они достигли хороших результатов как раз по электрическим параметрам благодаря долгой и кропотливой работе. Те, кто считает, что в этой области можно получить быстрый результат, ошибаются. Посмотрим, как будет развиваться у «Микрана» производство нитрид-галлиевых компонентов.

Другие компании, к сожалению, не очень активны в области продвижения собственных технологий нитрида галлия на коммерческий рынок. Возможно, в этом есть свой резон, потому что зарубежные производители СВЧ-компонентов ушли далеко вперед, российский рынок захвачен ими, несмотря на активное противодействие со стороны государства, и конкурировать с ними действительно сложно.

Но ведутся же разработки СВЧ-компонентов в нашей стране.

Ведутся. Но, на мой взгляд, бессистемно. Я часто спрашиваю у представителей компаний, которые этим занимаются: «Зачем вы делаете этот компонент? Какова ваша конечная цель? Кому, в каких

объемах и по какой цене вы собираетесь его продавать?» И в ответ слышу: «Нам сказали, что будет востребован „этот диапазон“, поэтому мы разрабатываем для него». Кто и когда сказал, уже не очень помнится; как это соотносится с действительностью – никто критически не анализирует. В результате силы тратятся, получаются невостребованные приборы, а конкуренция иностранным производителям в областях параметров, которые реально нужны, не получается. Это в лучшем случае.

Кроме того, отечественные полупроводниковые СВЧ-компоненты – как, впрочем, и цифровые БИС – зачастую изготавливаются на зарубежных фабриках, поэтому их тоже, строго говоря, нельзя назвать отечественными.

Почему? Ведь сами компоненты разрабатываются у нас.

Если мы говорим об интегральных схемах, там действительно есть существенная российская интеллектуальная составляющая, по крайней мере, в схемотехнике и топологии. Что же касается СВЧ-транзисторов, по сути, это зарубежные решения. В них основную роль играют полупроводниковые структуры и технологии их получения, которые зарубежная фабрика не раскрывает и не позволяет произвольно менять разработчику. Так что, когда говорят, что транзистор разработан у нас, – это определенное лукавство.

Но есть проблема, еще более важная для отечественной СВЧ-электроники. Технологии GaAs и GaN у нас всё же движутся вперед, и есть перспектива того, что в относительно скором будущем компоненты на этих материалах будут полностью российскими. Однако СВЧ-электроника развивается таким образом, что область применения материалов A^3B^5 становится всё уже. Есть популярная картинка, которую часто показывают на презентациях: плывет маленькая рыбка, на которой написано «GaAs», за ней плывет и пытается ее съесть рыбка побольше с надписью «GaN», за ней охотится рыба «SiGe», а за ней – самая большая рыба, «CMOS», ИС на объемном кремнии. Мировой коммерческий рынок СВЧ устроен сегодня так.

Цена объемного кремния настолько ниже цены материалов A^3B^5 , а диаметры обрабатываемых пластин и степень интеграции субмикронных элементов настолько выше, что он вытесняет их из всех сегментов применения, где может обеспечить приемлемые электрические характеристики – это практически вся техника обработки радиосигнала в интеграции на одном кристалле с АЦП, ЦАП, микропроцессорами, памятью, а сегодня и ПЛИС. Уделом нитрида и арсенида галлия, фосфида индия и всех их вариаций остаются

только самые последние каскады передатчиков и первые каскады приемников, где нужны сверхмалошумящие и очень мощные компоненты.

Например, в базовых станциях сотовой связи находит применение традиционная СВЧ-электроника на арсениде или нитриде галлия. Но практически вся СВЧ-составляющая абонентских устройств 5G, высокоскоростной беспроводной Интернет, автомобильные радары – области, для которых характерны наибольшие объемы производства, стремительно мигрируют в объемный кремний либо, в некоторых случаях, в SiGe. Высокоинтегрированные ИС на кремнии захватывают сегодня все востребованные диапазоны частот, включая сантиметровой, миллиметровой до 100 ГГц и более.

Даже если говорить о нашей компании, традиционно мы работаем в таких областях, где кремний использовать нецелесообразно: физически невозможно достичь требуемых мощностей. Но в новых направлениях, таких как коммерческие АФАР, его применение уже обосновано, и мы начинаем работать над возможностью проектирования ИС на основе кремниевых технологий.

Объемный кремний вытесняет материалы A^3B^5 из всех сегментов применения, где может обеспечить приемлемые электрические характеристики

Однако простая житейская проблема заключается в том, что кремниевых субмикронных СВЧ-технологий у нас в стране нет, как нет и видимого развития в этом направлении. Да, у нас есть ряд кремниевых производств, но они ориентированы на такие изделия, как микропроцессоры, силовые приборы или низкочастотные аналоговые ИС. СВЧ-кремний – это совершенно другие технологии, которые нужно ставить, обрабатывать. Это иные транзисторные структуры, металлы, необходимость в дополнительных элементах и т. п.

Означает ли это, что нам остро нужна кремниевая СВЧ-фабрика?

Это зависит от того, по какому пути пойдет отечественная электроника, да и страна в целом.

Если предполагается, что она будет интегрирована в глобальный рынок, то, вероятно, не нужна. В России поднять даже одну крупную субмикронную фабрику, способную конкурировать с такими производствами,

как TSMC, GlobalFoundries или TowerJazz, практически невозможно. Не потому что у нас нет специалистов или не хватает денег: и того и другого у нас, на мой взгляд, достаточно. Причина этого уже много раз озвучивалась и на различных отраслевых мероприятиях, и в прессе. Себестоимость продукции фабрики напрямую зависит от объемов производства. Чтобы конкурировать по цене, нужно производить десятки, а то и сотни тысяч пластин большого диаметра в год. Главный вопрос, куда будет продаваться эта продукция в таких объемах. Войти в этот рынок, занять достаточно большую его долю за разумное время, чтобы окупить многомиллиардные инвестиции, которые нужны для строительства такой фабрики, крайне сложно. А производить и поставлять в любых необходимых количествах оригинальные разработки, выпускаемые на отработанных технологиях зарубежных производителей, можно.

Если же предполагать курс на закрытость, то, видимо, такая фабрика нужна, потому что, как я говорил, в любой области применения СВЧ-электроники – от сотовых сетей до радиолокации – преимущественную долю будет занимать кремний. Без него системы будущего построить невозможно.

Но тогда, во-первых, нужно быть готовым к тому, что произведенные на такой фабрике компоненты будут существенно дороже тех, которые доступны на мировом рынке, а во-вторых – это всё равно не будет гарантировать полной независимости. Те зарубежные фабрики, услугами которых мы пользуемся сейчас, тоже зависимы от оборудования, материалов, обслуживания, услуг, предоставляемых компаниями из других государств. Замкнуть этот цикл внутри одной страны в области кремниевых СВЧ-технологий не удалось никому, даже Китаю.

На мой взгляд, целесообразно интегрироваться в мировую электронную промышленность. Наша компания пока именно так и работает. Мы пользуемся услугами различных контрактных производств по изготовлению элементов наших изделий современного уровня, включая тонкопленочные микроплаты, заказные разъемы, транзисторы. Мы включены в международную производственную кооперацию. Пока такая возможность есть. Конечно, это может прекратиться – такой риск существует. Но только так, будучи частью глобального рынка, можно конкурировать на равных с мировыми производителями, пусть и в относительно узких сегментах.

Как вы оцениваете уровень вашей компании в сравнении с глобальными игроками?

Мы второй год участвуем в выставке European Microwave Week. В прошлом году она проходила

в Мадриде, в этом – в Париже. Главный результат от этого участия для меня в том, что я стал понимать: мы занимаемся тем же, чем и наши зарубежные коллеги на сравнимом техническом уровне. Мы говорим с ними на равных, перед нами стоят одни и те же технические проблемы, и способы их решения близки.

И мы не единственные. Есть еще российские компании, выпускающие СВЧ-оборудование и устройства, которые выглядят очень достойно в палитре международного рынка.

«Микроволновые системы» участвуют в этих выставках со своей продукцией? Удастся что-то поставлять на экспорт?

Мы разработали специальную серию экспортных приборов с учетом того, что может быть востребовано на зарубежных рынках – не только в Европе, но и в других регионах. Эти изделия похожи на те, которые мы продаем в России, но у них другие разъемы, источники питания и т. п. Кроме того, за рубежом нет таких жестких требований в отношении массы изделия. На российском рынке по соотношению выходной мощности широкополосных усилителей к единице массы мы можем дать фору многим известным производителям. При разработке экспортных изделий мы не ставили перед собой такую задачу.

Эту серию мы продвигаем за рубежом второй год, но не очень активно: фактически, только на наших стендах на выставках. Продажи уже были, но совсем небольшие. Пока успехом это назвать нельзя.

Тем не менее мы видим, что можем работать на зарубежных рынках. Это заметно в том числе по тому, что уже на второй выставке интерес к нам вырос, было больше переговоров. Однако запросы от зарубежных компаний больше касаются совместных разработок, чем поставок предлагаемой нами продукции. В мире достаточно много компаний – европейских, индийских, турецких, израильских и др., которым нужны специализированные разработки. И, я думаю, у нас в плане экспорта больше перспектив по созданию заказных продуктов для конкретных проектов, которые уже впоследствии найдут промышленное применение. Такие переговоры мы уже ведем.

Возвращаясь к полупроводниковым материалам, сейчас много говорится о перспективности карбида кремния. Его участь в будущем такая же, как у арсенида и нитрида галлия?

Карбид кремния – это в первую очередь не СВЧ, а силовая электроника. У нас был период, когда мы им увлекались, даже разработали несколько изделий полностью на карбид-кремниевых транзисторах, но практически сразу сняли их с производства – и не без

оснований. Сегодня мировая промышленность карбид-кремниевые СВЧ-транзисторы не производит из-за непреодолимого проигрыша в КПД и частотных свойствах по сравнению с нитрид-галлиевыми приборами.

Вы уже затронули тематику СВЧ-электроники гражданского применения: сети 5G, автомобильные радары. Как вы считаете, в каких секторах гражданского рынка хорошие шансы у российских производителей СВЧ-устройств?

В гражданской электронике сейчас очень много областей, где находит применение СВЧ-техника. У нас, например, есть работы в области базовых станций для железных дорог. АФАР, которыми мы сейчас занимаемся, – тоже гражданского назначения.

Я думаю, что и у нас, и у других компаний, занимающихся СВЧ-электроникой, могло бы быть больше возможностей в области коммерческого телекоммуникационного оборудования, но для этого нужны крупные государственные проекты. Без защиты отечественных производителей конкурировать с зарубежными телекоммуникационными гигантами невозможно. Если на этом рынке появляется новый производитель, предлагающий что-то новое, опасное для крупных корпораций, у них всегда найдутся ресурсы, чтобы его подавить на ранней стадии – просто-напросто ценой. В лучшем для такой новой компании случае ее купят, в худшем – разорят. Да и те же операторы связи не станут обращать на нее внимание и в какой-то мере будут правы: у них уже всё есть от крупных проверенных поставщиков. Поэтому если что-то у некоторых компаний и получается, то это лишь отдельные специализированные решения, которые не дают серьезного развития.

Поэтому и нужны большие государственные проекты. У нас не так много успешных примеров такого рода. Можно вспомнить разве что цифровое телевидение.

Если говорить о тех же сетях 5G, в абонентский сектор войти, на мой взгляд, невозможно в принципе. Это уже пробовали – не получилось ни разу. Но в область базовых станций войти можно, если содействовать приобретению отечественного оборудования операторами. Здесь в России достаточно компетенций, и если такой проект будет, я особых проблем не вижу.

Всё то же самое касается любых других видов связи: релейной, космической... Сейчас есть очень интересный проект по обеспечению устойчивой связью Арктики, всего северного побережья. Там из-за угла наклона орбит космическая связь практически не работает, а построение сети наземных станций

нецелесообразно, поэтому обсуждаются проекты сети тропосферной связи. Для этого требуется большое количество различной аппаратуры, и вся она может быть отечественной – от активных антенн и СВЧ-оборудования до модемов.

Другая перспективная область – гражданская локация. Здесь тоже имеется множество потенциальных приложений для отечественной СВЧ-техники, например мониторинг воздушного пространства для обеспечения безопасности полетов и отслеживания малых беспилотных летательных аппаратов, которых становится всё больше.

У российских компаний, занимающихся СВЧ-электроникой, могло бы быть больше возможностей в области коммерческого телекоммуникационного оборудования, но для этого нужны крупные государственные проекты

К этой же теме относятся и упомянутые автомобильные радары. Этим тоже можно заниматься, но здесь необходима международная кооперация, потому что это массовое производство, миллиметровый диапазон и объемный кремний, а такое сочетание нам одним не по силам. Помимо отсутствия собственных кремниевых СВЧ-фабрик, у нас, мягко говоря, не так много специалистов в области разработки устройств миллиметрового диапазона на объемном кремнии.

Неужели у российских компаний вообще нет шансов в области абонентского телекоммуникационного оборудования? Допустим, с собственными смартфонами действительно есть негативный опыт. Но, может быть, возможно войти в цепочку поставок мирового бренда со своими модулями или МИС?

В принципе, такую возможность исключить нельзя. Но это очень долгий путь. Чтобы туда войти, нужно заработать репутацию, приобрести достаточную известность. Вас должны заметить одни, другие, третьи... Это займет много лет.

Кроме того, придется конкурировать с разработчиками СВЧ-модулей и МИС из других стран, а их очень много, во много раз больше, чем у нас. В том же Китае, например, только в одной компании CETC-13 (HSRI), занимающейся этой тематикой, работает несколько

сотен дизайнеров только СВЧ МИС. Во всей электронной промышленности России их едва наберется сотня.

У нас всё-таки исторически другая ниша: сложные уникальные изделия. Пока конкурировать в сфере потребительской техники будет очень сложно.

Для традиционной ниши российской СВЧ-электроники специалистов хватает? Испытываете ли вы острую потребность в квалифицированных кадрах?

Потребность испытываем. У нас несколько открытых вакансий, мы постоянно ищем хороших специалистов. Изначально наш коллектив составляли в основном выходцы из таких крупных организаций, как ЦНИРТИ, НПП «Исток» и др. За годы много людей сменилось. Брали выпускников и студентов старших курсов вузов, но мало кто из них оставался. Сейчас предпочитаем всё-таки брать людей с опытом.

Направление полупроводниковой СВЧ-электроники развивается очень быстро, и отстать проще простого

Из-за риска, что студент не останется на предприятии, или из-за качества подготовки?

Прежде всего из-за качества подготовки. К сожалению, ситуация такова, что если выпускник профильной специальности знает, что такое децибелы или коэффициент стоячей волны, можно считать, что вам повезло. Я почти не преувеличиваю. По крайней мере, так в центральном регионе. Подальше от центра, например, в ТУСУР, по нашим наблюдениям, подготовка лучше.

Может быть, эту ситуацию могло бы исправить сотрудничество с вузами, ведение студентов с ранних курсов, чтение лекций вашими специалистами?

Это, наверное, правильный подход, но у нас недостаточно ресурсов для этого. Все наши разработчики заняты текущими проектами. Им просто некогда читать лекции. Каждый из них выполняет в год по пять таких задач, только одну из которых обычно решает за год инженер в государственном НИИ. Число ОКР, одновременно выполняемых разработчиками, часто заметно превышает число самих разработчиков.

Но, конечно, мы не отвергаем перспективных студентов. Так, в этом году у нас будет защищать диплом студент, который пришел к нам на производство еще на втором курсе.

Помогают ли в решении такого большого объема задач средства автоматизации? Насколько, по вашему опыту, САПР позволяют ускорить разработку?

Современные твердотельные СВЧ-приборы в принципе невозможно разработать без использования САПР.

Если говорить о разработке МИС, изредка бывают случаи, когда проект, созданный в САПР, получается с первого раза. Чаще – со второго. Если же рассматривать всю цепочку от МИС до модуля или блока, ситуация существенно сложнее. Нет сегодня таких САПР СВЧ, которые реально, а не в демонстрациях производителей САПР обеспечивали бы весь процесс конструирования сложного изделия. В модуле или блоке можно промоделировать тепловой режим, устойчивость к определенным механическим воздействиям, оценить те или иные электрические параметры в условиях идеальных блок-схем. Экспериментальную отработку вопросов надежности, ЭМС, влияния элементов конструкции САПР уже не заменяет: слишком много влияющих факторов.

Кроме того, всегда нужно помнить, что САПР – это инструмент, который приносит пользу только в руках мастера. Умения пользоваться средствами САПР недостаточно: специалист по СВЧ должен не просто овладеть софтом, он должен понимать физику изделия, его окружение, где и как оно будет использоваться, критически оценивать адекватность и границы применимости моделей компонентов, влияние конструкции и технологии. Достаточно сказать, что небольшая ошибка в приклейке мощной МИС может привести к изменению ее характеристик относительно результатов расчета САПР на 50% и более. Так что «чистых» расчетчиков мы у себя не держим, каждый проходит через практику экспериментальной отработки изделий.

САПР – хороший помощник специалиста. А чтобы стать специалистом по разработке СВЧ-устройств, нужно прочитать сотни статей по своей теме за последние лет двадцать, постоянно знакомиться с новыми публикациями – а это десятки полезных книг в год, издаваемых как за рубежом, так и в нашей стране. Направление полупроводниковой СВЧ-электроники развивается очень быстро, и отстать проще простого. И, конечно же, нужно постоянно заниматься практическими проектами, вникая в их суть и понимая, как устройство работает в реальном взаимодействии с окружающими объектами.

Спасибо за интересный рассказ.

С А.А. Кищинским беседовали
Ю.С. Ковалевский и Г.А. Логинова



ИНТЕЛЛЕКТ. КАЧЕСТВО.

АО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»
Москва, Щелковское шоссе, д.5, стр.1
Тел. (499) 644-21-03, (499) 644-25-62
(многоканальный)
Факс +7(499) 644-19-70
E-mail: mwsystems@mwsystems.ru
www.mwsystems.ru

- СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИИ
- ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЦЕНА/КАЧЕСТВО
- ПОЛНЫЙ СПЕКТР УСЛУГ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ МОНОЛИТНЫХ И ГИБРИДНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ, ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ И БЛОКОВ РЭА (0,3 - 22 ГГц)

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ»

