

Каждый шаг в сторону передовых технологий должен быть окупаемым

Рассказывает генеральный директор ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» В. А. Солодуха



Белорусское предприятие «Интеграл» остается одним из крупнейших микроэлектронных производств на постсоветском пространстве и продолжает активно развиваться. Продукция «Интеграла» находит широкое применение в российской радиоэлектронной аппаратуре, а также активно поставляется в Китай и Юго-Восточную Азию. О том, каких успехов достигло предприятие за последнее время, как оно вписывается в современный рынок микроэлектроники и чем руководствуется, развивая свои технологии, нам рассказал генеральный директор ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» Виталий Александрович Солодуха.

Виталий Александрович, в предыдущий раз наш журнал встречался с вами в 2012 году. Расскажите, пожалуйста, каких успехов «Интеграл» достиг за прошедшее время?

В то время – около шести лет назад – экономическая ситуация была достаточно сложной. К настоящему моменту ее удалось стабилизировать. Можно сказать, что в течение этого времени наше предприятие планомерно развивалось, и это развитие продолжается.

Ниша, которую занимает «Интеграл» в микроэлектронной отрасли, относительно небольшая – порядка 100 млн долл. в год. Поэтому мы ставим перед собой цель модернизировать производство с минимальными затратами и короткими сроками окупаемости.

В частности, мы полностью обновили оборудование для эпитаксии, что положительно сказалось на проценте выхода годных. Сейчас для пластин 100 и 150 мм мы способны сами наращивать все типы эпитаксиальных пленок, которые нам нужны, и практически полностью отказались от закупки импортных структур. На пластинах 200 мм у нас объем выпуска небольшой, поэтому содержать собственное оборудование для эпитаксии на пластинах этого диаметра экономически нецелесообразно. На 200-мм пластинах мы полностью освоили

технологии с проектной нормой 350 нм и выпускаем соответствующие изделия серийно.

Также мы ведем модернизацию производства на пластинах 150 мм, направленную на увеличение производственных мощностей, расширение номенклатуры и улучшение характеристик выпускаемых изделий.

Проект по модернизации производства на 150-мм пластинах находится на завершающей стадии. В его рамках мы уже начали выпуск интегральных микросхем DC-DC преобразователей, изготавливаемых по технологическому процессу БиКДМОП, для поставки в Китай и Юго-Восточную Азию. В настоящее время идет освоение данного изделия в серийном производстве. Возможность серийного выпуска коммерческих ИМС очень важна для достижения приемлемой стоимости продукции, поскольку объемы заказов на изделия специального назначения невелики, и если ориентироваться только на них, то невозможно оптимально загрузить производство, и, как следствие, затраты, отнесенные к единице продукции, становятся очень высокими. При производстве продукции категорий качества ВП и ОСМ нет требования изготовления кристаллов на отдельной линии. Благодаря этому накладные расходы, такие как затраты на электроэнергию

и т. п., могут быть распределены между специальными и коммерческими изделиями, и стоимость продукции специального назначения снижается. При этом корпусирование ИМС специального применения выполняется отдельно, поскольку для них используются металлокерамические или металлостеклянные корпуса.

В отношении корпусирования ИМС у нас также уже практически завершен проект по модернизации производства – идет отработка процесса и соответствующей документации. Мы поставили современное высокопроизводительное сборочное оборудование, позволяющее выполнять посадку кристаллов, а также разварку соединений как в металлокерамических корпусах, так и на современных многорядных выводных рамках для пластмассовых корпусов. Поскольку герметизация обладает существенными различиями для металлокерамических и пластмассовых корпусов, мы установили отдельные установки для данной операции под каждый из этих двух типов корпусирования.

Ранее у нас был большой парк оборудования для посадки кристаллов и герметизации, но выводные рамки, с которыми оно способно работать, в настоящее время в мире не выпускаются, а их производство под заказ даже в Китае требует изготовления штампов, что сильно удорожает продукцию. С другой стороны, изготовление выводных рамок на собственном производстве для нас невыгодно. Благодаря новому оборудованию мы можем использовать серийно выпускаемые рамки, что позволяет снизить себестоимость продукции.

Кроме того, мы запустили современное оборудование для испытаний. Таким образом, мы серьезно обновили парк оборудования для изделий, в первую очередь, категорий качества ВП и ОСМ.

Помогало ли государство в осуществлении этих проектов?

Без государственной поддержки осуществить эти проекты и достичь полученных результатов по запуску в производство новых изделий было бы невозможно. Я считаю, что забота государства о развитии и повышении эффективности своих высокотехнологичных производств – совершенно правильная практика, и это подтверждается мировым опытом.

Финансирование проектов по модернизации нашего производства осуществлялось с помощью инвестиционного фонда Минского городского исполнительного комитета. Эти деньги мы получили на конкурсной основе.

Вы сказали о необходимости использования для ИМС специального применения металлокерамических и металлостеклянных корпусов. Какое у вас мнение по вопросу, обсуждаемому сейчас

в российской радиоэлектронной отрасли, о возможности применения в специальной технике ИМС в пластмассовых корпусах?

Если говорить о российских предприятиях, за период с 1990-х годов до недавнего времени сложилась достаточно курьезная ситуация. В специальной технике широко применялись ИМС производства дальнего зарубежья в корпусах из пластмассы, в то время как от нас и от российских предприятий требовалось, как и в советское время, производить ИМС спецприменения только в металлокерамических или в металлостеклянных корпусах. При этом мы производили большое количество изделий, закупаемых по импорту, также и в пластмассовых корпусах с приемкой ОТК для общего применения. Сейчас, когда в России одним из важнейших вопросов стало импортозамещение ЭКБ, эти требования не отменены, хотя заменять часто приходится именно ИМС в пластмассовых корпусах.

Забота государства о развитии и повышении эффективности своих высокотехнологичных производств – совершенно правильная практика, что подтверждается мировым опытом

Что касается возможности использования пластмассовых корпусов в специальной технике, считается, что пластмасса не обеспечивает такого уровня защиты от влаги, как металлокерамика, однако существуют конструкторские и технологические приемы, позволяющие в большой степени решить эту проблему.

С другой стороны, корпуса из пластмассы легче металлокерамических и металлостеклянных, поэтому их использование может снизить массу конечного изделия, что во многих применениях очень важно. Поэтому при выполнении необходимых и достаточных требований к надежности ИМС использование пластмассовых корпусов в ряде спецприменений могло бы сыграть положительную роль.

В мире сейчас уделяется большое внимание так называемому передовому корпусированию (advanced packaging). Это включает как сложные корпуса, такие как BGA и CSP, так и различные технологии многокристальной сборки в одном корпусе. Какие возможности в этой области уже есть у вашей компании и есть ли планы развития в этом направлении?

Как я отметил, наше новое оборудование позволяет выполнять корпусирование с использованием сложных современных выводных рамок, в том числе

для корпусов поверхностного монтажа. Правда, пока сборку в корпусе BGA мы производить не можем.

В то же время мы изготавливаем многокристальные сборки с четырьмя-шестью кристаллами в одном корпусе. В основном это применяется для увеличения объема памяти. В сравнении с лидирующими в мире технологиями эти сборки достаточно простые: мы не применяем таких решений, как например переходные отверстия в кремнии и т. п. И причина здесь очень проста: для того чтобы внедрить такую технологию, нужно, чтобы это было экономически обосновано. Рынок, на который мы работаем, пока не может обеспечить нам возврат инвестиций в такие решения.

Для внедрения передовых решений в области микроэлектроники необходимо искать массовые гражданские рынки

Любой проект должен окупаться. Поэтому мы движемся вперед путем реализации небольших по меркам мировой микроэлектронной промышленности проектов – с объемом инвестиций 10–15 млн долл., но мы всегда уверены, что рынок для этих проектов существует, и он обеспечит возврат вложенных средств в разумные сроки.

Кроме того, если говорить о спецтехнике, существует определенный конфликт между интересами заказчика и производителя ИМС. Например, если мы увеличиваем объем памяти в корпусе, в конечном изделие для достижения тех же параметров, которые для данной техники могут быть вполне достаточными, потребуется установить меньшее количество корпусов. Это приводит к удешевлению изделия, улучшению определенных характеристик, но производитель компонентов теряет в деньгах. Отдельная ИМС памяти с большей емкостью, конечно, будет дороже, но суммарно стоимость памяти на конечное изделие падает.

Мы рассматриваем возможности для того, чтобы двигаться в более современные, «продвинутые» технологии, взаимодействуем с белорусскими учеными в сфере прикладных исследований по ряду направлений, включая системы в корпусе, 2,5D-сборки. Но мы прекрасно понимаем, что для внедрения новых решений в области как передового корпусирования, так и кристалльного производства с меньшими проектными нормами необходимо искать массовые гражданские рынки. Если, например, говорить о производстве с нормами 28 нм, это означает, что придется конкурировать с крупнейшими мировыми фабриками, и нужно отдавать себе отчет, что просто так нового игрока на этот рынок они не пустят.

А в области самых передовых проектных норм – 10 и 7 нм – работу ведут лишь единицы компаний в мире, поскольку эти технологии очень дорогие: инвестиции в такие производства достигают нескольких миллиардов долларов. При этом подавляющее большинство потребляемых в мире ИМС изготавливается по «грубым» технологиям – 350 нм и более. Мы работаем в этой нише достаточно успешно, а эффективный возврат инвестиций в производство с передовыми нормами, по крайней мере, на сегодняшний день для нас маловероятен.

В 2012 году вы говорили о планах, связанных с проектными нормами 180 и даже 90 нм. Эти заявления реалистичны, в отличие от названных вами 28 нм?

Да, эти планы более реальны. Пока они, к сожалению, остаются планами, поскольку технология с определенными проектными нормами определяется наличием соответствующего степпера или, если речь идет о нормах 90 нм и менее, – сканера. Мы следим за планами наших соотечественников – ОАО «КБТЭМ-ОМО», которое недавно нам поставило усовершенствованный степпер для 0,8 мкм. Сейчас, насколько мне известно, они работают над объективом для 350 нм и после этого планируют начать разработку объектива для 180 нм. Когда эта работа будет завершена, мы сможем начать внедрение соответствующего процесса.

Еще одна технология, о планах внедрения которой вы упоминали ранее, – кремний на изоляторе (КНИ). Каких успехов удалось достичь в этом направлении?

У нас отработан процесс на покупных структурах по технологии «кремний – окисел – кремний». Одно изделие уже выпускается серийно. Также мы изготовили опытные образцы памяти емкостью 1 Мбит. Сейчас мы работаем над расширением спектра продукции для серийного выпуска по этой технологии. На данный момент это в основном изделия специального применения, но КНИ также является перспективным для гражданского рынка, поскольку он дает существенный выигрыш в отношении быстродействия.

Если мы посмотрим в будущее, наверняка передовые фабрики продолжат движение в сторону уменьшения проектных норм за порог 7 нм. Возможно, тогда граница между «передовыми» и «грубыми» технологиями сместится. В этом случае станет ли целесообразным для вашей компании внедрение процессов с такими нормами, как, например, упомянутые 28 нм?

Проблема высокой стоимости процессов, которые мы сейчас называем «передовыми», вытекает из ряда их

технологических особенностей. В частности, для получения таких структур необходимо большое число дорогостоящих масок, которые можно окупить только при изготовлении очень большого количества сложных изделий. Для того чтобы эти процессы стали экономически обоснованными в наших условиях, необходимо создание новых технологий и комплектов оборудования, рассчитанных на относительно небольшие серии.

Однако эта задача непростая. Хотя считается, что оборудование должно обновляться примерно каждые пять лет, фактически оно может работать 20 лет и более, поэтому, когда у микронизированных производств в 1990-х годах наступили тяжелые времена, они перестали закупать новые установки, в результате чего в бывших республиках Советского Союза было практически полностью утрачено производство оборудования для изготовления микроэлектроники. Исключений очень мало. Поэтому, я бы сказал, что стратегически нужно начинать с возрождения именно этого направления, а также разработки и производства материалов для нашей отрасли, чтобы программы по созданию технологий с меньшими проектными нормами, экономически эффективных в условиях мелко- и среднесерийного производства, стали реалистичными.

Перед предприятиями российского ОПК сейчас поставлена задача увеличения доли гражданских изделий в выпускаемой ими продукции. Может ли это создать условия для формирования рынка микроэлектроники в достаточном объеме, чтобы уже сейчас для вас стало оправданным движение в сторону более передовых технологий?

На данный момент Россия – основной рынок нашей микроэлектронной продукции, но в отношении гражданских изделий основные поставки идут в Китай и Юго-Восточную Азию. В России, как, собственно, и в Беларуси, пока доминирует производство специальной техники. Объем гражданской продукции, отгружаемой в Россию, не очень большой. Для успешного развития гражданской микроэлектроники необходим рост в области крупносерийных гражданских электронных изделий, поскольку производитель конечной продукции всегда выступает в роли системного интегратора и определяет потребление микроэлектронных компонентов.

Мы надеемся, что в России электроника для гражданского рынка будет развиваться, и готовимся к росту потребностей российских предприятий в ИМС, который будет определяться этим развитием. Однако стоит заметить, что гражданское направление не обязательно связано с большим объемом рынка – всё зависит от конкретного сектора. Например, в холдинг «Интеграл» входит брестское предприятие «Цветотрон», выпускающее бортовые компьютеры для сельхозтехники. Отмечу, что

в Беларуси раньше, чем в России, начали уделять значительное внимание передовой электронике в сельском хозяйстве, внедряя системы точного высева, контроля внесения удобрений, бортовые компьютеры для комбайнов и т. д. Хотя сам рынок сельскохозяйственных продуктов достаточно велик, объемы производства электроники для него на данный момент далеко не достаточны, чтобы обеспечить массовость продукции, необходимую для развития микроэлектронных предприятий.

Возможно, большие объемы стоят за таким направлением, как автономный транспорт, но пока делать прогнозы в этом отношении рано.

Стратегически нужно начинать с возрождения разработки и производства технологического оборудования и материалов для микроэлектроники

Что касается поставки в Россию ЭКБ специального применения, существуют ли для вашей компании сложности процедурного характера?

До конца 2014 года оформление разрешения на применение нашей продукции ложилось на плечи российского потребителя. Теперь наша продукция включается в российский Перечень ЭКБ, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации ВВСТ, на тех же условиях, что и изделия российских предприятий. Единственный момент – для выполнения ОКР по разработке изделий категорий качества ВП и ОСМ о необходимости применения нашего нового изделия должен заявить российский потребитель, желательно не один. Далее ТЗ согласовывается во ФГУП «МНИИРИП» и выполняются другие процедуры для включения в перечень в обычном порядке.

Так что сейчас российские разработчики и производители ВВСТ могут использовать наши изделия наравне с российскими, и для этого с их стороны не требуется каких-либо специальных действий.

Помимо систем в корпусе, в каких еще направлениях ведется взаимодействие с научными организациями?

Это целый ряд направлений: технологии КНИ, радиационно-стойкие технологии и технологии для силовой электроники на объемном кремнии, технологии создания быстродействующих интерфейсных БИС, энергонезависимая память FRAM и MRAM, технологии для силовой электроники на гетероструктурах SiC и GaN, микросистемотехника и др.

Одним из ключевых инструментов взаимодействия является Государственная программа научных

прикладных исследований «Фотоника, опто- и микроэлектроника». У нас достигнута договоренность с НАН Беларуси об активизации сотрудничества в области работ по созданию фотоприемных систем в широком оптическом диапазоне, специализированных микросхем, устройств СВЧ-электроники, элементов памяти, а также работ по развитию физических методов обеспечения стойкости к радиационным воздействиям и созданию новых радиационно-стойких материалов. Планируется развитие приоритетных направлений по радиационным испытаниям совместно с ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», развитию точного электронного машиностроения совместно с НАН Беларуси и ОАО «Планар», а также совместные работы в области новых материалов и технологий с Институтом физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси и ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению».

В нашем холдинге созданы и работают собственные научные школы и направления, в частности «Изучение и разработка процессов управления электрофизическими параметрами поверхностных слоев и пленок полупроводников» и «Разработка новых системотехнических и схемотехнических методов проектирования современных цифровых и цифроаналоговых БИС и СБИС».

Мы готовы предоставлять комплекты PDK и выполнять изготовление изделий под заказ российских разработчиков

Вы были удостоены Государственной премии Беларуси за 2016 год в области науки и техники. За какие работы она была присуждена?

При присуждении Государственной премии Беларуси рассматривается десятилетний период, предшествующий году подачи заявки – в нашем случае это 2014 год. Заявка была подана коллективом из шести человек: двое из «Интеграла» – я и директор филиала НТЦ «Белмикросистемы» Сергей Шведов; двое сотрудников ОАО «Планар» и двое из НАН Беларуси. Это была непростая процедура, но в результате нас ждал успех, и мы получили премию за разработку и организацию промышленного производства экспортно ориентированных микроэлектронных изделий двойного и специального назначения на основе создания современных методов проектирования, полупроводниковых технологий и высокоточного аналитического и сборочного оборудования.

Молодые сотрудники холдинга «Интеграл» принимают участие в международном чемпионате

WorldSkills. Каких успехов они достигают в этом конкурсе?

В мае 2014 года прошел первый республиканский конкурс профессионального мастерства «WorldSkills Belarus – 2014». Компания холдинга «Интеграл» приняла участие в его финале и выступила в качестве партнера и эксперта конкурса по специальности «Электроника». Представитель ОАО «Интеграл» Роман Снетков стал победителем конкурса по компетенции «Электроника» и принял участие в составе национальной команды Беларуси в международном чемпионате «WorldSkills International – 2015» в Сан-Паулу, Бразилия.

Три участника второго республиканского конкурса в настоящее время работают в нашей компании. Один из них – Владислав Сёмик – представлял Республику Беларусь на международном чемпионате «WorldSkills International – 2017», который состоялся 14–19 октября в Абу-Даби. Сейчас специалистами холдинга активно ведется подготовка к третьему республиканскому конкурсу «WorldSkills Belarus», который пройдет в мае 2018 года.

Ваша компания, помимо производства собственных изделий, оказывает услуги контрактного изготовления кристаллов, то есть выступает в роли фаундри. Могут ли российские дизайн-центры воспользоваться этой услугой?

Конечно. Мы готовы предоставить комплект PDK (process design kit) и выполнить изготовление изделий под заказ российских разработчиков.

Но отмечу, что из России таких запросов приходит не так много. Как ни странно, больше заказов мы получаем из Китая. Причина этого также связана с высокой стоимостью современных микроэлектронных технологий. Если китайскому заказчику требуется, например, линейка простой логики с некоторыми небольшими доработками относительно стандартных серий, которые мы выпускаем, ему выгоднее изготовить ее у нас, чем на производстве в Китае, где уже нет фабрик с «грубыми» проектными нормами.

Еще один аргумент в пользу того, что не стоит вытеснять «грубые» процессы технологиями с передовыми проектными нормами...

Вытеснять пока не стоит. Но подчеркну, что это не значит, что нужно довольствоваться тем, что есть. Здесь важно анализировать существующие и перспективные рынки и находить правильный баланс между уровнем технологий и их востребованностью, чтобы каждый шаг вперед был обеспечен спросом.

Спасибо за интересный рассказ.

С. В. А. Солодужой беседовал Ю. С. Ковалевский