

# НУЖНО ЛИ СОЗДАВАТЬ РОССИЙСКУЮ КРЕМНИЕВУЮ МИНИ-ФАБРИКУ?



**ДМИТРИЙ БОДНАРЬ,**  
к.т.н., Генеральный директор, АО «Синтез Микроэлектроника»

Современные крупнейшие фабрики по производству чипов по субмикронным и нанометровым проектным нормам являются самыми дорогими проектами в микроэлектронике. Они предназначены для массового производства в объемах сотен тысяч пластин большого диаметра ежемесячно и требуют инвестиций в десятки миллиардов долларов. Очевидно, что наша страна не может идти по этому пути, который приемлем для богатых стран или очень богатых транснациональных компаний. К сожалению, мы не относимся ни к тем, ни к другим.

Публикуя в ЭК № 3, 2015 г. статью «Новый формат компактных кремниевых фабрик – решение для микроэлектроники России» я, в первую очередь, преследовал цель обоснованно показать как специалистам так и лицам, ответственным за принятие решений, один из путей снижения в 1000 раз капитальных затрат на очень дорогостоящее изготовление современных чипов. Особенно для стран со слабым рынком, к которым относится и Россия. Вполне ожидаемо, что эта тема была подхвачена специалистами, т. к. идея создания компактных кремниевых мини-фабрик выглядит очень привлекательной для нашей страны. Но меньше всего мне хотелось бы, чтобы кто-то воскликнул: «Отличная мысль! Страна, дай денег побольше, и мы ее реализуем». Но именно такое направление может принять обсуждение проекта по созданию в России собственной кремниевой мини-фабрики.

Моя многолетняя работа в разных секторах советской и российской микроэлектроники, начиная с разработки микроэлектронных изделий, анализа рынка, маркетинга, продаж нашей продукции в России и за рубежом и заканчивая закупкой самого передового зарубежного оборудования, а также материалов, давно побудили меня сделать несколько важных выводов. Главный из них состоит в том, что для достижения положительного результата нельзя идти в русле сложившихся текущих обстоятельств, – необходимо формировать сопутствующие обстоятельства, которые помогали бы решить задачу. И второй вывод: всегда следует быть готовым не только к вопросу «почему», но и к самостоятельному ответу на вопрос «что делать?». Этими принципами я старался руководствоваться в работе и делился ими со своими сотрудниками. К сожалению, в нашей стране людей, готовых задавать необходимые, а иногда и критические вопросы, мало, а способности давать конструктивные ответы на вопрос «что делать?», и того меньше. А ведь нужны еще творческие и креативные люди, способные реализовать эти решения.

Текущей проблемой нашей страны как раз и является дефицит ответственных специалистов и руководителей на всех уровнях, способных не только генерировать эффективные идеи и предложения, но и довести до полной реализации задуманное. В свое время СССР был непревзойденной страной в мире по формированию блистательных идей,

изобретений в разных отраслях науки и промышленности. Но все менялось, когда доходило до промышленной реализации идеи. Бюрократическая волокита, отсутствие частного капитала в схеме реализации так и не позволили за многие десятилетия создать эффективный рыночный механизм для промышленной реализации идей. И даже когда проекты доводились до промышленного выпуска, их технические и экономические параметры в большинстве случаев не позволяли конкурировать с зарубежной. Даже успехи передовой советской научной школы микроэлектроники, достигнутые в отношении таких материалов как искусственный сапфир, графен, GaN, SiC, не позволили обогнать первые зарубежные электронные приборы на основе этих материалов. И больше всего огорчает, что эти приборы были созданы при поддержке и участии российских ученых и специалистов, не признанных в нашей стране. Вот уж действительно, нет пророков в своем отечестве! И можно себе представить мою реакцию, когда на каждый третий-четвертый запрос нашей компании за рубеж ответ приходит не от иностранного специалиста, а от соотечественника, который работает в зарубежной компании. Какой пласт столь нужных нам специалистов мы потеряли!

Такое длинное вступление к основной теме этой статьи связано с тем, что, насколько я помню, идея создания кремниевой мини-фабрики очень серьезно

обсуждалась в СССР во второй половине 1980-х гг. Т.н. «бочка» предусматривала замкнутый цикл производства БИС не по принципу общепринятой тогда групповой камерной загрузки пластин, а с индивидуальной обработкой пластин. К сожалению, этой идее тогда не хватило запаса прочности. Как и СССР, у которого начался политический и экономический закат.

Текущая ситуация с компактными кремниевыми мини-фабриками принципиально другая. Эта идея уже реализована за рубежом. Главная задача данного проекта – довести эту идею до промышленной реализации. Можно не сомневаться, что в ближайшие несколько лет она будет промышленно реализована и в Японии, и в США. Могли ли мы в СССР и России первыми реализовать ее? Конечно, нет. После 1990-х гг. в нашей стране почти исчез такой сектор промышленности как полупроводниковое машиностроение. Те предприятия этого сектора, которые остались в России и Белоруссии, для выживания вынуждены до сих пор использовать свой технический и кадровый потенциал, наработанный еще в СССР. А значит, уровень используемого оборудования уходит корнями в XX-й, а не в XXI-й век. За это время зарубежные машиностроительные компании прошли большой путь, который ознаменовался:

- снижением проектных норм с 800 до 14 нм;
- увеличением диаметра пластин с 4–6 до 12 дюймов;
- резким ужесточением требований по привносимой дефектности, электростатике, равномерности обработки пластин, энергетической сепарации заряженных частиц и т.д.;
- реализацией новых физических принципов обработки пластин;
- новыми материаловедческими решениями.

За последние десятилетия в зарубежных компаниях полупроводникового машиностроения произошло то, с чем никогда не имели дело их советские и российские коллеги. Современные зарубежные производители оборудования помимо его продажи предлагают не только полностью реализованные на нем технологические процессы, но и технические решения под конкретные задачи клиентов. Именно поэтому производители всегда задают множество вопросов о целях заказчика, чем часто ставят в тупик наших российских специалистов. Главная цель этих вопросов состоит в том, чтобы эксплуатация оборудования у заказчика не вызвала каких-либо проблем. В таком случае клиент снова придет к производителю

с новым заказом. В качестве примера я часто привожу решение такими компаниями сопутствующих проблем с обработкой ультратонких пластин большого диаметра. Ни одна советская или российская компания никогда не брала на себя подобные задачи, полагая, что это проблема клиента и он должен решать ее самостоятельно. А задача производителя – нанести или сформировать требуемые слои на пластине-спутнике. Поэтому самые профессиональные специалисты по конкретным локальным технологическим процессам и их исследованиям работают, главным образом, в зарубежных машиностроительных компаниях, а не на их кремниевых фабриках. Поскольку в СССР было ровно наоборот, закупка зарубежного оборудования была всегда праздником для советских технологов. Как правило, вместе с высоконадежным оборудованием они получали готовый техпроцесс.

Посещая самые современные машиностроительные предприятия в Европе, США, Японии, я давно обратил внимание, что даже по уровню электронной гигиены только два–три технологических производства чипов в России могут соответствовать зарубежному уровню. И это в производстве чипов, где этот уровень должен быть намного выше, чем в полупроводниковом машиностроительном секторе! Решив все упомянутые выше и другие сложные задачи, связанные с оборудованием для массового производства чипов с постоянно уменьшающимися топологическими размерами и ужесточающимися требованиями, зарубежные полупроводниковые машиностроительные компании приобрели бесценный опыт, который в настоящее время можно использовать в промышленной реализации компактных кремниевых мини-фабрик. Часть достигнутых технических решений воплощена в виде патентов, торговых марок и ноу-хау, являющихся собственностью этих компаний. Использовать их можно, только приобретя лицензии или игнорируя правовые требования по защите интеллектуальной собственности. Какой путь мы выберем? А если будем закупать, захотят ли нам продать?

Вопрос в том, чего мы собираемся достигнуть в рамках этого проекта. Мы собираемся доказать принципиальную возможность любой ценой создать экспериментальную мини-фабрику или реализовать конкурентоспособное решение для малосерийного производства? Первую (как это часто было в СССР) создавать не имеет смысла, т.к. это решение уже реализовано за рубежом. А вот сможем ли мы сделать то, в чем

никогда не были сильными без необходимых специалистов, собственных технических решений, соответствующего опыта и результативных ошибок, через которые прошли зарубежные машиностроительные компании?

У нас имеется положительный опыт закупки и запуска современной 180-нм зарубежной линии на заводе «Микрон». К сожалению, имеется и отрицательный опыт недогрузки этой линии, о которой я предупреждал еще 10 лет назад специалистов «Ситроникса» и «Микрона». Но они и сами это тогда понимали. Однако в этом случае я, в первую очередь, возложил бы вину на государство, которое за 25 лет ничего не сделало для формирования рынка электронных компонентов, без которого эффективная загрузка линии невозможна.

Схожую ситуацию мы наблюдаем и по результатам многих других российских крупных и малых проектов. Достаточно назвать проекты Сколково и «Роснано», и больше можно ничего не пояснять. Мне кажется, без объективного анализа и ответов на вопросы «почему?» и «что делать?» крупные проекты в любой сфере жизни нашей страны начинать рискованно, особенно в настоящее кризисное время. Повсеместно используемый в политике и экономике нашей страны в последние годы тезис «Давайте начнем, а потом разберемся» не только ошибочен, но и вреден. Кроме потери времени и денег такие провалы создают апатию и недоверие не только к собственным возможностям, но и к способностям государства. А это не менее опасно, чем материальные потери.

К сожалению, за последние 25 лет из всех направлений микроэлектроники больше всего мы потеряли именно в полупроводниковом машиностроении. Позиция Егора Гайдара «А зачем нам микроэлектроника? Все, что нам надо, мы закупим за рубежом» привела к невосполнимым провалам во многих наукоемких отраслях промышленности. Последняя 15-летняя государственная политика энергетической сверхдержавы с упором на высокие цены нефти позволила микроэлектронной отрасли приобрести только одну новую кремниевую фабрику. Возрождение полупроводникового машиностроения в планах не значилось. Очевидно, предполагалось, что при необходимости новые фабрики мы снова закупим за рубежом.

Т.о., прежде чем решать вопрос о том, создавать отечественные мини-фабрики, опираясь только на собственные силы, или воспользоваться передовыми зарубежными достижениями, необходимы ответы на более общие вопросы:

- мы собираемся взаимодействовать и вести взаимовыгодный диалог и бизнес или конфликтовать с остальным миром;
- мы собираемся строить открытую или закрытую экономику;
- мы собираемся модернизировать свою экономику или ждем повышения цен на нефть, а если все же намереваемся заняться модернизацией, то что и как конкретно планируем делать;
- как ликвидировать катастрофическую нехватку и утечку квалифицированных кадров, особенно в наукоемких отраслях;
- продолжит ли страна следовать принципу, что «нам нужна победа, и за ценой мы не постоим».

Если Россия собирается отгораживаться от всего мира и строить закрытую сырьевую экономику, то, возможно, из соображений национальной безопасности придется создавать во всех ключевых сферах собственную продукцию. И тогда нашим главным девизом станет «мы за ценой не постоим». Никогда не понимал и не разделял принципа о любой цене, за любую победу, в т. ч. за мифическую победу на право проведения олимпиад, чемпионатов мира и т. д. Как правило, все эти победы любой ценой достигаются за счет благосостояния собственного населения. А перед принятием решения с народом не советуются и, самое главное, никогда не говорят о цене победы, т. е. используют его втемную. Но, как

показывает исторический опыт других государств, это тупиковый путь, который на много лет не только останавливает развитие государства, но и толкает его назад. За последние десятилетия со времен СССР мир изменился, а экономика стала интегрированной. В ней каждое государство не только пользуется передовыми мировыми достижениями других стран, но и старается создать нишевые конкурентные продукты, которые готовы покупать эти страны. И задача России – предложить миру еще что-то значимое и конкурентное кроме сырьевых товаров. Смогут ли собственные кремниевые мини-фабрики стать таким конкурентным товаром? Сомневаюсь, если учесть все изложенное выше. 