

# Результативная синергетика

Так исторически сложилось, что ведущие научные и промышленные центры радиоэлектронной промышленности Беларуси и России еще со времен Советского Союза получили прописку в Минске и в Санкт-Петербурге. В этот раз маршрут тематического пресс-тура «Инновационный путь промышленного развития Союзного государства» пролегал через северную столицу России. Вместе с белорусскими партнерами российские предприятия радиоэлектронного кластера уже не один год успешно реализуют научно-технические программы Союзного государства в области высоких технологий – «Прамень» и «Микросистемотехника».

И для кого не секрет, что одним из ключевых направлений современной промышленности, основой высокотехнологичных изделий многих отраслей является радиоэлектронная промышленность. К мировому приоритету в данной области стремится каждая страна, потому что за этим стоят технологическая независимость и безопасность, а также и преимущества импортозамещения.

Радиоэлектроника на сегодняшний день – одна из самых быстрорастущих отраслей промышленности. Достаточно сказать, что темп ее роста за последние 30 лет составляет в среднем около 8 % в год. По словам экспертов, мировой рынок радиоэлектроники по объему как минимум в 4,4 раза больше рынка нефтепродуктов, в 2,7 раза крупнее мирового энергетического рынка. А к 2025 году его объем ориентировочно составит 4 трлн долларов.

Электронные устройства проникают во все сферы деятельности человека. Социальные потребности общества сегодня становятся стимулом для инвестиций в исследовательскую работу. Растущий спрос дает дополнительный толчок развитию науки и модернизации производств.

Посещая предприятия и научные центры Санкт-Петербурга, представители более 20 СМИ Беларуси и России смогли воочию увидеть современные новации в области радиоэлектроники и убедиться в преимуществах белорусско-российской кооперации, которая сегодня становится все более важной в условиях возрастающей

сложности, комплексности и капиталоемкости новейших разработок.

## «Луч» как продолжение

Ярким примером эффективного научно-взаимодействия является сотрудничество Института физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минского НИИ радиоматериалов и Физико-технического института имени А.И. Иоффе РАН. В настоящее время ученые и специалисты совместно работают над реализацией программы «Прамень» («Перспективные полупроводниковые гетероструктуры и приборы на их основе»), рассчитанной на 2011–2014 годы.

Напомним, что начало исследованиям сверхпопулярных сегодня гетероструктур в стенах Физико-технического института РАН более 30 лет назад положил академик Жорес Алферов. Нобелевский лауреат и сейчас регулярно бывает в своей альма-матер, причем, как и на ОАО «Светлана», где ведется промышленное изготовление эпитаксиальных гетероструктур.

Как отметил замдиректора по научной работе ФТИ имени А.И. Иоффе член-корреспондент РАН Виктор Устинов, в настоящее время существенная часть разработок института касается физики полупроводниковых гетероструктур и создания приборов на их основе, а в выполнении работ непосредственно по программе «Прамень» задействованы четыре лаборатории. Одну из них возглавляет В. Устинов. Ученый рассказал участникам пресс-тура о некото-

► В лабораториях ведущих центров радиоэлектронной промышленности России – ОАО «Светлана» и ЗАО «Светлана-Рост»



рых тонкостях нанопроцесса – технологии выращивания сложных полупроводниковых кристаллов:

– В основе метода – вакуумное осаждение из молекулярных пучков вещества на подложку. На выращивание кристалла уходит обычно от 2 до 8 часов. Из одного кристалла диаметром 2–3 дюйма, то есть 50–75 мм, может получиться примерно тысяча транзисторов. У коллег-белорусов нет технологии по созданию гетероструктур, зато есть технологии, позволяющие делать из них полупроводниковые чипы. Поэтому выращенные в Физтехе структуры передаются в Минский научно-исследовательский институт радиоматериалов, где создают уже конкретные приборы, исследуют их свойства.

По словам российского ученого, конечная цель усилий ФТИ имени А.И. Иоффе и Минского НИИ радиоматериалов – апробация технологий и подготовка их к внедрению, которое в дальнейшем снова осуществляется в России на ОАО «Светлана». Данное предприятие выбрано головным по реализации научно-технической программы Союзного государства «Прамень»: там всегда делали ставку на инновации. Во времена СССР успешно выпускали рентгеновские трубки и мощные электровакуумные приборы, в начале 2000-х годов в числе первых в России разработали и стали производить смарт-карты и микроволновые приборы нового поколения. Сегодня это уже крупный холдинг с дочерними предприятиями, который занимается разработкой и произ-



водством полупроводниковых приборов и интегральных схем, оптоэлектронных, светотехнических, микроволновых приборов, рентгеновских трубок всех классов и назначений, технологического оборудования. Продукция ОАО «Светлана» имеет разнообразное применение, основными областями использования являются радиосвязь, радиолокация, радиовещание, телевидение, медицинская и досмотровая техника.

– В рамках программы «Прамень» мы задействовали несколько новых направлений, – подчеркнул заместитель генерального директора по научно-техническому развитию ОАО «Светлана» Валерий Клевцов. – В частности, новый класс приборов, работающих на инфракрасном излучении. Они востребованы и в оборонной, и в гражданской промышленности.

Сейчас завершается реализация третьего этапа программы «Прамень», который, как сообщил В. Клевцов, предусматривает подготовку конструкторской и технологической документации. Отлажена и интегральная цепочка взаимодействия с белорусскими партнерами. В настоящее время российское предприятие занимается разработкой электронной части приборов, гетероструктур, лазеров. Белорусская сторона осуществляет окончательную сборку электронных компонентов, радиоэлектронных узлов, блоков, модулей, систем. Итогом программы «Прамень» должно стать создание высокотехнологичной продукции со всем комплектом необходимой документации и с ее подготовкой к серийному производству.



Совместными усилиями российских и белорусских специалистов будет создана перспективная база для выпуска высокотехнологичной наукоемкой радиоэлектронной продукции мирового уровня. Тем более что по определенным позициям белорусы и россияне уже вышли на мировой рынок. Давно нашли свою нишу на рынке дальномеры. Особенно востребованы медицинские лазерные аппараты, разрабатываемые по программе «Прамень»: в основном ими оснащаются медицинские учреждения Беларуси и России. Разработанные промышленные технологии, считает генеральный директор холдинга ОАО «Светлана» Владимир Попов, позволят вплотную заняться техническим перевооружением предприятий, решить важнейшие для двух стран проблемы, связанные с импортозамещением и технологической независимостью.

Отвечая на каверзные вопросы журналистов о возможности самостоятельного производства данных изделий, Валерий Клевцов отметил, что российские и белорусские предприятия, разумеется, способны отдельно разрабатывать и внедрять в производство такие приборы и технологии, однако на это потребуется гораздо больше времени и усилий. По его мнению, сотрудничество в рамках программ Союзного государства подстегивает россиян и их партнеров из Беларуси быстрее выполнять свою часть работы, чтобы скорее освоить различные рынки сбыта. Общность целей, скоординированность действий помогают ускорить процесс внедрения, да и в целом получить хорошие результаты. Участники программы утверждают, что уже можно говорить о повышении технических параметров разрабатываемых изделий, расширении областей их применения и ускорении серийного выпуска.

Постком Союзного государства оценил открывающиеся перспективы и принял решение продлить программу «Прамень» до 2015 года. Увеличен и объем финансирования: первоначально он был определен в размере 1184 млн российских рублей, из них 770 млн российских рублей – долевые отчисления России, 414 млн российских рублей – Беларуси. Однако после продления программы на год общая потребность в финансовых ресурсах составила 1734 млн российских рублей (1127,5 млн – отчисления России, 606,5 млн – Беларуси). Обяза-

тельным условием остается также привлечение внебюджетных средств.

На очередном заседании Постоянного комитета Союзного государства, состоявшемся 26 ноября 2013 года, Госсекретарем Григорием Рапотой было объявлено также решение о запуске новой совместной программы «Разработка критических стандартных технологий проектирования и изготовления изделий наноструктурной нано- и оптоэлектроники, приборов и систем на их основе и оборудования для их производства и испытания» (шифр «Луч»). Она направлена на решение приоритетных задач Союзного государства в области инфотелекоммуникаций, экологии, медицины и безопасности промышленности и энергетики.

Генеральный директор ОАО «Светлана» В. Попов сообщил, что участвовать в создании радиоэлектронного оборудования будет белорусское Государственное научно-производственное объединение точного машиностроения «Планар», специалисты которого уже подключились к разработке концепции программы и оценке возможных результатов.

– «Луч» не дублирует «Прамень», а является логическим продолжением программы, новым шагом в развитии начатых работ в области радиоэлектроники, – отметил руководитель холдинга.

Несколько принципиально важных моментов подчеркнул и заместитель гендиректора ОАО «Светлана» В. Клевцов. Во-первых, в программе «Прамень» сложились свои усилия академическая и прикладная наука с производством, и такая синергетика приносит отличные результаты. Во-вторых, аналогичная практика продолжится и при осуществлении новой научно-технической программы Союзного государства «Луч», где в качестве перспективных выделено девять направлений. Это очень обширная программа, которая будет способствовать созданию новых материалов, развитию собственной машиностроительной базы, отечественной наноструктурной микроэлектроники. К слову, на многие из разрабатываемых приборов существует эмбарго – это значит, что такие новинки не получится приобрести, как говорится, у технологически более продвинутых стран. Таким образом, их создание решает проблемы импортозамещения и технологической независимости Союзного государства.

Среди партнеров задачи распределились таким образом: россияне разрабатывают сердце приборов – электронную часть, а белорусы – конечную продукцию.

Возможности применения разрабатываемых в рамках программ «Прамень» и «Луч» изделий очень обширны: экология и промышленная безопасность (сенсоры и газоанализаторы), навигация, медицинская аппаратура, радиосвязь и телекоммуникации, транспортировка энергии в атмосфере, оптоволоконная связь, промышленность (сварка, резка, гравировка), системы лазерной визуализации, генетическая инженерия. Например, большие перспективы связывают с использованием зеленых лазеров в биотехнологии, в том числе фотодинамической терапии раковых заболеваний.

Отдельно необходимо сказать о «святая святых», где появляются на свет полупроводниковые гетероструктуры. Если в ФТИ имени А.И. Иоффе их разрабатывают, то здесь их «выращивают» в промышленных масштабах. Эти особые помещения с высокими классами чистоты находятся на дочернем предприятии ОАО «Светлана» – «Светлана-Рост». В такие стерильные зоны доступ посторонних, разумеется, не предусмотрен, поэтому белорусские и российские журналисты стерильную чистоту процесса и всю сложность технологии могли оценить разве что по мониторам камер наблюдения и через смотровое стекло одной из лабораторий.

Составляющие создаваемых здесь методом молекулярно-пучковой эпитаксии супермикроструктур и в реальной жизни, несмотря на то, что они нас окружают буквально повсюду – в планшетах, телефонах, фото- и кинокамерах, автомобилях, не очень-то разглядишь. Но без таких полупроводниковых гетероструктур уже немыслима современная цивилизация. Об их стратегической ценности можно судить по тому, что США категорически запрещают экспорт эпитаксиальных гетероструктур, аналогичных разрабатываемым, а также оборудование для их создания. Эмбарго, к слову, распространяется на фотоприемные матрицы, так как они являются основой тепловизионной техники. Современные тепловизоры, по словам специалистов, позволяющие отследить изменение температуры на доли градуса, могут применяться

не только в военной технике. Они – просто панацея для медиков, которые могут отследить тепловизором развитие эпидемиологически опасных заболеваний, таких как птичий грипп, да и, в принципе, определить по температуре больной орган в организме человека.

Популярно и образно рассказывая о специфике работы по выращиванию наногетероструктур, замдиректора по развитию ЗАО «Светлана-Рост» Алексей Филаретов пояснил, что их основа представляет собой слоеный пирог, в котором слои разных по химическому составу материалов образуют единый кристалл. Последовательность слоев и их физические свойства определяют те предельные параметры микросхем, транзисторов, фотоприемников, лазеров, которые потом будут получены. Сложность в том, что процесс этот осуществляется на субмикронном уровне. Но и это еще не предел. В дальнейшем планируется поставить на промышленное производство такие гетероструктуры, в которых переход от одного слоя к другому совершается на масштабе всего одного нанометра, то есть 3–4-х атомов. Такие уникальные технологии не являются самоцелью. Конечным результатом должен быть промышленный выпуск радиоэлектронной продукции, конкурентоспособной на мировом рынке.

## Безопасный интеллектуальный город

Главное предприятие Санкт-Петербургского кластера радиоэлектроники – ОАО «Авангард». Сегодня это ведущее предприятие России в области разработки инновационных технологий производства продукции радиоэлектроники и микросистемотехники – новейшего динамично развивающегося в мире ее направления. Основные векторы научно-производственной деятельности предприятия включают специальную микроэлектронику, датчики физических величин, акустоэлектронику и проч.

В разговоре с представителями СМИ генеральный директор ОАО «Авангард» Валерий Шубарев подчеркнул, что сотрудничество российских и белорусских предприятий в рамках программы Союзного государства «Микросистемотехника» доказало свою эффективность. По его мнению,



в современных экономических условиях необходимо производить собственную продукцию радиоэлектроники, так как воспроизводством или покупкой чужих новаций нереально добиться конкурентных характеристик во многих отраслях промышленности. Определенным подспорьем в связи с этим является сотрудничество белорусов и россиян в сфере высоких технологий.

– Главное, что нам удалось восстановить те партнерские отношения, которые и ранее были у нас с Беларусью, где на хорошем конкурентном уровне сохранились и наука, и радиоэлектронные производства, – считает В. Шубарев. – В качестве основной своей задачи видим создание новой наукоемкой, прорывной технологии, нового конкурентного продукта, который позволит решать проблему производства электронных изделий с последующей перспективой.

С расчетом на перспективу, например, на базе ОАО «Авангард» в рамках реализации программы «Микросистемотехника» был создан научно-производственный Центр микросистемотехники (ЦМСТ), призванный стать центром технологической компетенции, не имеющим аналогов на территории постсоветского пространства. Инженерно-технические решения, заложенные при строительстве ЦМСТ, объединили передовой мировой и отечественный опыт в организации «чистых» производственных помещений, позволили создать необходимую инфраструктуру для освоения в производстве наукоемких изделий и устройств микросистемотехники двойного назначения.

С белорусской стороны в программе «Микросистемотехника» участвует ГНПО «Планар». Гендиректор российского предприятия пояснил, что ОАО «Авангард» берет на себя разработку технологий и материалов и организовывает их производство, а ГНПО «Планар» создает оборудование, позволяющее работать с новыми материалами. Также сообща специалисты Беларуси и России занимаются акустоэлектроникой и пьезоэлектроникой – созданием изделий, использующих технологии поверхностно-акустических волн. В отличие от кремния, у пьезоматериала обработка особая. Создать оборудование для работы с таким материалом россияне попросили белорусов. И специалисты ГНПО «Планар» с поставленной задачей успешно справились.



▲ ОАО «Авангард»: процесс сборки радиоэлектронных изделий

Журналистам Беларуси и России во время пресс-тура довелось взглянуть со стороны на высокотехнологичный процесс создания радиоэлектронных изделий. На автоматизированном участке ОАО «Авангард» специальное оборудование практически без участия человека монтирует на платах многофункциональные микроэлементы. Для этого оператору достаточно ввести нужную программу. Впоследствии миниатюрный электронный блок станет основой для самых разных устройств: всевозможных датчиков физических величин, акустоэлектронных компонентов для радиоэлектронных систем, систем и приборов мониторинга окружающей среды. Устройства смогут предупредить опасность или, по крайней мере, известить о ней человека.

Заместитель генерального директора ОАО «Авангард» по научной работе Николай Иванов поясняет:

– Наши союзные разработки ориентированы на самые современные методы производства. Это обеспечивает минимальную себестоимость изделий при максимальном выходе годной продукции. Союзная программа изначально была нацелена на такой конечный результат. Опытно-конструкторские работы дополнялись выпуском конструкторской документации для серийного производства нужного количества изделий. Речь идет о таких устройствах, как, например, газосигнализаторы. Они уже спасли сотни жизней.

Или возьмем другой пример. Сегодня очень востребованная на рынке задача по радиочастотной идентификации, в частности, идентификации автомобильного транспорта. Как только была введена система видеофиксации, некоторые автомобилисты нашли способ затушевывать и искажать номерные знаки транспортных средств. Поэтому очень важно иметь надежную защиту и от такого рода подделок.

Анализируя результаты работы по союзной программе «Микросистемотехника», специалисты в целом отмечают: на сегодняшний день создана отечественная конкурентоспособная элементная база, налажено производство, есть современные технологии. Поэтому они рассчитывают, что начатые работы будут продолжены в рамках новой научно-технической программы Союзного государства, приоритетной темой которой станет безопасность. Обеспечение высокого уровня защиты населения Союзного государства от техногенных, природных и экологических катастроф, террористических, криминальных актов и других несанкционированных проявлений, вызванных природными, техническими и социальными факторами, актуально как для России, так и для Беларуси.

– Решение этих проблем позволит укрепить единое экономическое и научно-технологическое пространство, обеспечить безопасность Союзного государства и решить важнейшие социально-экономические задачи по повышению уровня жизни населения наших стран, – подчеркнул генеральный директор ОАО «Авангард» В. Шубарев. Он также обратил внимание на то, что реализация действующей программы «Микросистемотехника» и разрабатываемой «Безопасность СГ» («Разработка магистрально-модульных автоматизированных информационно-аналитических и управляющих систем и технических средств контроля, мониторинга и прогнозирования безопасности промышленных, энергетических, социальных и инфраструктурных объектов и окружающей среды на основе критических и прорывных технологий радиоэлектроники, микросистемотехники и наноэлектроники») позволит добиться желаемых результатов. Специалисты надеются, что в решении этой стратегической задачи найдут применение и изделия программы-предшественницы – «Микросистемотехни-

ка», в которой участвуют 20 предприятий России и Беларуси. По словам В. Шубарева, в дальнейшем акцент предлагается перенести с научно-исследовательских работ на серийное производство изделий профессиональной, то есть промышленной, электроники. Прежде до 60 % результатов приходилось на научно-исследовательские работы. Теперь пропорция изменится, потому что начнется серийное производство.

От той некачественной и низкотехнологичной продукции, которая идет на наш рынок, надо защищаться достижениями отечественных технологий, считает гендиректор. Так что на очереди разработка системы союзных стандартов и технических регламентов.

Рассказывая о применении производимой по программе «Микросистемотехника» продукции, он особо отметил датчики, используемые в мониторинге. Разработанные инновационные технологии обеспечения комплексной безопасности в пилотном порядке внедрены для динамического контроля турбин Саяно-Шушенской ГЭС, были использованы для мониторинга путепровода в Гомеле и запасов пресной воды в Подмосковье, на подходе идентификация и позиционирование транспорта в ОАО «РЖД». Датчики в системах мониторинга в тоннелях московского и питерского метро, шахтах Новомосковска, на олимпийских объектах Сочи в режиме реального времени «следят» за техническим состоянием объектов инфраструктуры, предотвращая опасные и критические ситуации.

В России приняты многие законы, которые регламентируют особое отношение к понятию «безопасность». Для нашей страны – это тоже стратегическая задача. «Безопасный интеллектуальный город XXI века» – такую концепцию помогут осуществить современные изделия микросистемотехники, разрабатываемые специалистами ОАО «Авангард» в содружестве с рядом российских предприятий и в кооперации с белорусскими партнерами в рамках новой союзной программы «Безопасность СГ», которая станет дополнительным эффективным связующим звеном по формированию единого экономического и научно-технологического пространства Союзного государства.

**Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ**

**Минск – Санкт-Петербург – Минск**