



# ОТЕЧЕСТВЕННАЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА: ОЖИДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

## NATIONAL MICROELECTRONICS: EXPECTATIONS AND PROSPECTS

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.11.5.392.398

Горнев Евгений Сергеевич, заместитель руководителя приоритетного технологического направления по электронным технологиям, АО "НИИМЭ", д.т.н., профессор МФТИ



В преддверии юбилея НИИМЭ, лидера отечественной микро- и наноэлектроники, руководство института делится с читателями новейшими разработками, ведущими компетенциями и перспективами развития института, работой Консорциума ведущих предприятий и организаций отрасли, опытом подготовки высококвалифицированных кадров для обеспечения решения задач, стоящих перед отечественной микроэлектронной промышленностью.

As the anniversary of Institute – the leader of national micro- and nanoelectronics, approaches, the Institute management shares with the readers the latest developments, leading competencies and development prospects of the Institute, tells about the work of the Consortium of leading enterprises and organizations of the industry as well as describes its experience in training high-end professionals capable of solving problems that the national microelectronic industry face.

### Какое место занимает НИИМЭ в российской микроэлектронной отрасли в настоящее время?

В следующем году институту исполняется 55 лет. В момент создания ему были поставлены амбициозные и важные для народного хозяйства задачи – разработка, испытания и производство интегральных схем. С самого начала институт занял лидирующие позиции в отрасли по разработке и внедрению в производство интегральных микросхем, в частности, для комплектования систем, работающих в режиме реального времени. Институт, являясь прикладным промышленным институтом, на протяжении всей своей истории являлся лицом отечественной микроэлектроники, осуществляя полный цикл разработки, испытаний и внедрения в производство интегральных схем (ИС). Ярким примером этого является разработка первой микросхемы – токового ключа "Иртыш" 101КП1, предъявленного на государственные испытания в октябре 1967 года. К моменту начала работы Государственной комиссии было изготовлено более 30 тыс. шт. пер-

вых в стране микросхем. С нее начинаются советские каталоги микросхем. В СССР не было ни одного завода или предприятия полупроводниковой промышленности, которое не выпускало бы микросхемы, разработанные в нашем институте, включая такие крупные, как "Ангстрем", "Светлана", "Интеграл" и еще около пятидесяти других. А завод "Мезон", бывший ведущим микроэлектронным предприятием на юго-западе СССР и на Балканах, с объемом выпуска более 130 миллионов интегральных схем в год, был специально построен для изготовления ИС, разработанных в нашем институте. Более того, наш институт был единственным предприятием в СССР, наладившим выпуск ИС за рубежом, в Польше, с выходом 100% еще в начале 70-х годов. Разработанные в НИИМЭ микросхемы стали основой единой системы ЭВМ "РЯД", МВК "Эльбрус" и многих других важных для страны систем. Вся система комплекса "Буран", от наземного оборудования до летательного аппарата, комплектовалась серией 533, разработанной в НИИМЭ. Имея



базу потребителей, превышающую 2000 единиц, институт впервые внедрил систему мониторинга всех предприятий, входивших в клиентскую базу того времени. Наше предприятие первым получило разрешение на поставку собственной продукции ведущим мировым производителям электронной техники, в частности, после аттестации своими специалистами, компании Samsung. Примерно до 1998 года все массовые электронные и кварцевые часы, выпускаемые в мире, работали на микросхемах завода "Микрон".

Вся наша история и современное состояние дел убедительно доказывают лидерство института и завода "Микрон" в отечественной микроэлектронной промышленности. В силу этого, в 2016 году Президентом Российской Федерации генеральный директор института, академик РАН Г.Я.Красников наделен полномочиями руководителя приоритетного технологического направления страны по электронным технологиям, а АО "НИИМЭ" Постановлением Правительства Российской Федерации определено научной организацией, ответственной за реализацию приоритетного технологического направления по электронным технологиям.

### **Расскажите, пожалуйста, каковы основные компетенции Вашего института?**

Главной задачей, которую институт всегда выдвигал на первое место – это работа на результат. Весь комплекс административных и организационных мер, предпринимаемых руководством на протяжении своей истории, позволило институту выйти на ряд ведущих, по мировым масштабам, компетенций, которые в современной микроэлектронике представляют собой технологии промышленного производства. В настоящее время уровнем предприятия являются технологии 90 нм и, более узкая и специализированная, 65 нм. Это мировой уровень для производства встроенной FLASH для систем идентификации (ID), КМОП повышенной стойкости для космической техники. В производстве КНИ (кремний на изоляторе) наши разработки и внедренные образцы находятся на переднем крае мирового производства подобных продуктов. Силовая электроника также является для нас одним из самых приоритетных и перспективных направлений развития. Важным и ответственным направлением нашей деятельности является сотрудничество с Роскосмосом.

Переход на меньшие топологические нормы сейчас определяется, в основном, не физическими возможностями используемых материалов, а экономическими соображениями. В том числе реальным

соотношением выпускаемой по новым топологиям продукции с потребностями рынка, определяемыми пользовательскими предпочтениями. При этом возрастает длительность цикла присутствия на рынке каждого нового технологического поколения полупроводниковых приборов.

Так, технологии 7 и 14 нм необходимы для создания микросхем повышенного быстродействия для современных компьютеров и малопотребляющих ИС для мобильных устройств. А это занятый рынок, требующий жесткой конкурентной борьбы с мировыми гигантами-производителями.

### **Какие направления научной работы НИИМЭ в свете тенденций развития мировой и российской микро- и нанoeлектроники являются определяющими в настоящий момент?**

Российская наука должна обеспечить безусловное развитие отечественной экономики. Причем, сделать все так, чтобы наша страна не только вписалась, а была одним из лидеров технической революции. Исходя из этого, АО "НИИМЭ" образует вокруг себя экосистему для решения актуальных задач современной и перспективной микро- и микроэлектроники. Она включает в себя институты РАН, совместные исследования с отраслевыми прикладными институтами, организацию работ по сверхчистым материалам и созданию технологического оборудования, работы с дизайн-центрами в области микроэлектроники и, конечно, подготовку кадров. Можно сказать, что на базе НИИМЭ сегодня создана ведущая в России научная школа в области микроэлектроники.

В 2016 году АО "НИИМЭ" и несколькими институтами РАН создан консорциум для решения актуальных задач современной и перспективной микроэлектроники. Его цель – объединение усилий в получении и практической реализации фундаментальных знаний и их коммерциализации в области микро- и нанoeлектроники для высокотехнологичного сектора российской экономики на основе оптимального сочетания и взаимодействия фундаментальных, поисковых, прикладных исследований и НИОКР. Задачами консорциума являются:

- формирование единого научно-практического подхода создания перспективной элементной базы информационных и вычислительных систем;
- совершенствование имеющихся и разработка новых технологических процессов для создания перспективного поколения информационных и вычислительных систем, в том числе



на новых принципах и применении новых материалов;

- объединение ориентированных научных исследований в области нано- и микроэлектроники, СВЧ полупроводниковой электроники, микро- и наносистемной техники, опто- и акустоэлектроники, фотоники и материаловедения.

Участие в образовательной, сертификационной и лицензионной деятельности в целях борьбы с дефицитом высокопрофессиональных кадров.

Сейчас в консорциум, наряду с НИИМЭ, входят Институт проблем технологии и особочистых материалов (ИПТМ РАН), Физико-технологический институт Академии наук (ФТИАН РАН), Институт СВЧ полупроводниковой электроники (ИСВЧПЭ РАН), Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова Сибирского отделения РАН (ИФП СО РАН), Институт радиотехники и электроники им. Котельникова РАН (ИРЭ РАН), Федеральный исследовательский центр "Информатика и Управление" РАН (ФИЦ ИУ РАН), Институт физики твердого тела РАН (ИФТТ РАН), "Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро" РАН (ФГУП ЭЗАН), а также "Научно-исследовательский институт точного машиностроения" (НИИТМ) и "Национальный исследовательский университет "Московский институт электронной техники" (МИЭТ). Консорциумом принята программа совместной деятельности его участников и формируются совместные научные коллективы для создания опережающего научно-технического задела на основе современных технологий в целях получения принципиально нового уровня микроэлектронной компонентной базы, имеющих критическое значение для обеспечения безопасности страны и повышения качества жизни ее граждан. Эта программа включает в себя:

- создание технологических основ элементов компьютерной памяти нового поколения;
- разработку новых принципов и создание элементной базы искусственного интеллекта, нейроморфных процессоров и систем, включая проектирование и разработку новых математических алгоритмов, для сверхбыстрой энергоэффективной обработки и передачи информации, в том числе на основе эффектов спинтроники и спин-фотоники;
- разработку и внедрение технологических и конструктивных базисов создания энергонезависимой, радиационно-стойкой резистивной и сегнетоэлектрической памяти большой плотности, в том числе на основе гетероструктур, для

перспективных изделий радиоэлектроники, СВЧ электроники и многофункциональных систем, имеющих ограничения по энергопотреблению и массогабаритным характеристикам;

- исследования, направленные на разработку физических основ квантовых симуляторов энергетических состояний и динамических процессов в молекулярных и твердотельных системах;
- исследования и реализацию многоэлементных структур на основе сверхпроводящих когерентных систем – сверхпроводящих квантовых битов (кубитов);
- разработку и внедрение научно-технических основ и технологии производства перспективных изделий СВЧ-электроники и силовой электроники, в том числе мощных СВЧ полевых транзисторов на основе GaN/SiC-гетероструктур на кремнии, комбинированных многофункциональных систем на кристалле для устройств СВЧ и экстремальной электроники;
- создание интегрированной программной среды для предсказательного моделирования технологических процессов, физических структур и устройств микроэлектроники с заданными параметрами и свойствами, исследования физических пределов масштабирования, их поведенческих моделей в процессе производства и эксплуатации при различных внешних условиях и воздействиях;
- создание экспериментально-опытного производства (центра коллективного пользования – ЦКП) для исследований, разработки и изготовления энергоэффективной элементной базы микро- и наноэлектроники на основе 1D- и 2D-кристаллов, мембранных структур тонкопленочных алмазов и сегнетоэлектрических материалов для логических схем и датчиков физических величин нового поколения.

О консорциуме известно Президенту Российской Федерации, который подписал поручения федеральным органам исполнительной власти о поддержке развития консорциума "Перспективные материалы и элементная база информационных и вычислительных систем". Тесное взаимодействие с органами государственной власти и финансирование, соответствующее масштабам решаемых задач, позволят консорциуму в течение короткого времени выйти на эффективные решения и добиться поставленных целей.

Консорциумом разработана и представлена в Минпромторг Российской Федерации программа фундаментальных и поисковых научных исследований для создания перспективного научного задела по электронным технологиям.

В октябре этого года мы представили в Минобрнауки Российской Федерации, Российской академию наук и Минпромторг Российской Федерации предложения к плану фундаментальных и поисковых работ в области электронной компонентной базы на 2019–2030 годы. Востребованность российской науки должна непрерывно возрастать, и увеличение темпа ее роста входит в число приоритетных задач Консорциума.

### **Расскажите о внедрении научных разработок в производственную практику: примеры, перспективы, проблемы?**

Ни одна отрасль не изменила мир так значительно, как микроэлектроника. Благодаря ее развитию возникли технологии, давшие жизнь роботам, искусственному интеллекту и Интернету вещей. Технология микроэлектроники в своем развитии в течение относительно немногих лет прошла путь от систематизации обработки кремниевых пластин и сборки интегральных микросхем до научно обоснованных положений, разработанных на базе теоретических исследований, экспериментов и обобщения опыта. Глобальная цифровизация меняет повседневную жизнь человека, производственные процессы, структуру экономики и образование, вследствие чего возникают новые требования к коммуникациям, вычислительным мощностям и информационным системам. Внедрение цифровой экономики невозможно без развития микроэлектроники. Цифровизация определяет перспективы роста отраслей и национальной экономики в целом. Необходимо формирование внутреннего рынка с участием государства, а также четкое представление, на какие рынки конечного потребления и с какой продукцией выходить, каков возможный объем продаж, срок выхода на рентабельность и окупаемость оборудования и для чего это оборудование закупается.

Создание и развитие технологий цифровой экономики невозможно без реализации государственных программ по локализации производства современной радиоэлектронной аппаратуры. Для развития отечественной микроэлектроники необходимо формировать гарантированные рынки сбыта для гражданской микроэлектронной продукции. К ним относятся, например, идентификация товарных потоков, идентифицирующие документы и смарт-карты, Интернет вещей, связь 5G, центры обработки данных и т.д. На заседании Правительства РФ 25 сентября 2018 года, посвященном импортозамещению в сфере радиоэлектроники, были поставлены задачи по разработке продукции для гражданского рынка, в частности, идентификации товарных потоков, маркировке

продукции, ID-документов, начиная с миграционных документов, патентов на работу, электронных разрешений на оружие, а с 2021 года принято решение о введении в Российской Федерации цифрового паспорта гражданина. Кстати, кристалл для электронного паспорта гражданина, полностью защищенный от подделок, создан в институте около трех лет назад. Интернет вещей – это датчики, нейроморфные системы, специализированные контроллеры, процессоры, должны и могут быть созданы в самое ближайшее время, и этот рынок является быстрорастущим, обеспечивающим предприятия отрасли работой и производственной загрузкой. Вопросы обеспечения работы с Big Data – требующие сегментирования, параллельной обработки данных и их потоков в реальном режиме времени решаются совместно с Центром управления и информатики и Институтом автоматизации. В области связи и коммуникаций мы плотно работаем по вопросам микроэлектронного обеспечения стандарта 5G. Разработки для нового Интернета – глобальной задачи ближайшего десятилетия – требуют разработки, создания и изготовления новой элементной базы. Ближайший потенциал внутреннего рынка мы оцениваем в 400 млрд руб. Со ссылкой на экспертов, премьер-министр Д.А.Медведев 25 сентября 2018 года на указанном совещании заявил, что "...нужно принять меры, которые обеспечат широкое использование базы российских электронных компонентов, и российский рынок радиоэлектроники вырастет к 2030 году в 2,5 раза и превысит 8 трлн руб.". Мы полностью готовы поддержать и воплотить в жизнь задачи Правительства Российской Федерации в самые сжатые сроки.

### **Как институт сотрудничает и кооперируется с российскими и зарубежными научными центрами и производственными компаниями?**

НИИМЭ на постоянной основе ведет работы с 11 академическими институтами, с более чем 30 отраслевыми институтами и технологическими компаниями и более 25 дизайн-центрами. Конечно, мы сотрудничаем и с вузами – МИЭТ, МФТИ, СПбАУ, НГУ, МГТУ им. Н.Э.Баумана, МИРЭА, Мордовский ГУ им. Н.П.Огарева. Сейчас приступили к созданию программы работ с МГУ.

Выстраивание отношений с зарубежными партнерами, по моему мнению, нужно сугубо на основании рационализма и защиты собственных интересов России. Именно на таких принципах мы давно сотрудничаем с зарубежными компаниями, научными центрами, университетами и центрами проектирования ST Microelectronics, IMEC (Бельгия),



CEA-Leti (Франция), Technische Universiteit Delft (Голландия), Ecole Speciale de Lausanne (Швейцария), Asetla (Франция), Leland Stanford Junior University (США), Mapper Lithography (Голландия) и др.

Многие специалисты завода "Микрон" прошли стажировки в зарубежных компаниях, сертифицированы ими, и после 2014 года, когда иностранные специалисты покинули Россию, полностью замещают их по всем направлениям – от обслуживания и ремонта до управления и использования в производстве импортного оборудования.

### **Как институт участвует в подготовке кадров для отрасли?**

Микроэлектроника немыслима без обеспечения ее профессиональными кадрами, обладающими не только прочными знаниями в областях фундаментальных наук, таких как физика, химия, сопротивление материалов, радиотехника, электроника, современные технологии, но и широким кругозором, охватывающим весь цикл массового производства интегральных схем: от начальной разработки до получения и применения готовой продукции. К сожалению, вузы готовят узконаправленных специалистов, например, Московский институт электронной техники готовит, в основном, разработчиков, Санкт-Петербургский академический университет выпускает ограниченное число специалистов. Нужно отметить и недостаточное, на современном уровне, качество подготовки.

В 2011 году в МФТИ мы создали базовую кафедру микро- и наноэлектроники, руководит которой академик РАН, д.т.н., профессор, генеральный директор АО "НИИМЭ" Красников Геннадий Яковлевич. Кафедра, как и все базовые кафедры физтеха, является выпускной. Студенты, аспиранты проходят обучение на базе нашего института, совмещая образовательный процесс с выполнением научно-исследовательских работ. Все программы подготовки авторские, разработаны с учетом существующих реалий отечественной и зарубежной микро- и наноэлектроники. Лекции читаются ведущими специалистами НИИМЭ. На кафедре обучаются около 30 студентов и 18 аспирантов. На конференцию в Алуште было представлено 10 докладов наших студентов. А всего с момента создания нашей кафедры количество публикаций и докладов наших студентов и аспирантов превышает сотню. В прошлом году состоялась одна защита кандидатской диссертации, а в этом году предполагается защита еще как минимум двух диссертаций. Мы стремимся к тому, чтобы наши выпускники и аспиранты оставались с нами после окончания обучения, обеспечиваем им зарубежные

стажировки, помогаем при подготовке к выступлениям на конференциях, в том числе и других странах, помимо Российской Федерации, мотивируем их для продолжения и научной и исследовательской деятельности, решаем и гарантируем вопросы социального обеспечения. Таким образом, институт формирует вокруг себя источник высококвалифицированных кадров нового типа, так остро необходимых в современной отечественной микроэлектронике.

### **В начале октября Вы побывали в Алуште, на Международном форуме "Микроэлектроника-2018". Как бы Вы оценили это событие и перспективы его развития?**

Институт – один из организаторов и спонсор этой конференции. Конференция – самое масштабное событие для специалистов в области микроэлектроники, на которой они могут не только представить результаты своих работ, но и обменяться мнениями, обсудить проблемы развития, в том числе с потребителями микросхем. Их, кстати, было довольно много. Кроме того, на конференции были руководители промышленности, которые изложили свое понимание проблем, перспектив и задач их непосредственным исполнителям. Перспектива таких конференций не только в приглашении представителей промышленности, дизайн-центров, но, главное – академических ученых. Необходимо выстраивать отношения между наукой и техникой, академическими учеными и инженерами, стараться объединить их подходы к общим проблемам, научный поиск с конкретными разработками. Микроэлектроника сталкивается с многими фундаментальными проблемами, решить которые можно только совместно с академической наукой при наличии масштабной государственной поддержки.

На конференции обсуждался вопрос создания 200–250 дизайн-центров (сейчас действующих около 50. – Прим. ред.), необходимых для развития отечественной микроэлектроники и загрузки производственных мощностей. Поэтому, я предложил эффективность работы дизайн-центров (ДЦ) оценивать, в том числе по выпускаемой готовой продукции на 1000 пластин/год, что обеспечивает рентабельность производства. Правда, нужно отметить сложность реализации задачи по созданию такого количества ДЦ во всей стране. Представим, что центру надо выпустить систему на кристалле, разработанную для новых мобильных устройств. Процессор, даже на 28-нм техпроцессе (более старый проиграет по энергопотреблению), будет иметь себестоимость не менее 15 долл., но если учесть цену фотошаблонов (пусть и разделенную на выпуск), то будет уже около

50 долл. И это не учитывая количество чипов на пластине и нескольких корректировок для исправления ошибок и оптимизации параметров. Таких корректировок может потребоваться около пяти, и для каждой из них нужны будут новые фотошаблоны. С такими затратами на разработку можно справиться только с помощью государства и только при гарантированном последующем сбыте. В этом состоит суть проблемы!

На конференции заявлено о проектах системы государственной поддержки отечественных компаний, вплоть до отмены налогов и НДС, введения таможенных пошлин на ввозимую продукцию.

Рассматривались также вопросы создания и развития микроэлектронных производств. Высокая сложность задачи создания современного производства изделий микроэлектроники требует соответствующего понимания связей между техникой, технологией, экономикой, потребностями рынка и закономерностей развития микроэлектроники для формирования концепции ее технологического развития и создания адекватной модели.

Поднимался вопрос и о мини-фабах. Хотел бы отметить только одну сторону этой проблемы. В субмикронной технологии воспроизводимость играет определяющую роль. Основные методы контроля продукции процесса – статистические. Они позволяют проводить анализ факторов, влияющих на качество, наблюдать и регулировать процессы технологических операций, а также проводить оценку качества продукции. Качество продукции сейчас контролируется через стабильность и воспроизводимость процесса. Важным условием применения этих методов является установление взаимосвязи между уровнем качества оцениваемых параметров продукции (операции) и диапазоном статистического регулирования и приемочного контроля. Для процесса определяется множество контрольных параметров качества. Фактические значения параметров качества после выполнения операций процесса должны находиться в пределах полей допусков на данные параметры. Оперативная информация о ходе процесса анализируется и, в случае наличия отклонений, формируется и дополняется множеством параметров качества, по которым произошли отклонения, и их фактическим значениям. Если отклонения выходят за установленные пределы, процесс останавливается до выяснения и устранения причин отклонений. Это все возможно только лишь при стабильном, не прерываемом непрерывном производственном процессе. Мини-фаб этого не обеспечит никогда. Он для других целей. Например, доказать теорему существования на пластинке диаметром 1,25 см и не более того.

Важным вопросом, поднимавшимся в дискуссиях, была проблема обеспечения материалами. Однако, прагматический подход подсказывает, что решение этого вопроса напрямую связано с внутренним потреблением и объемом экспорта. Так, производство кремния становится рентабельным в том случае, когда объем его потребления в стране превышает 1000 т в год. А сейчас потребление составляет чуть более 100 т в год, что делает более выгодной его закупку, а возвращение к производству будет иметь смысл при соответствующем увеличении потребления, что станет возможным после мощного рывка в производственном секторе.

Вопросы, связанные с созданием собственного оборудования, тесно связаны с государственными субсидиями. В частности, принято решение о начале разработок и субсидировании оборудования для атомно-слоевого осаждения, созданы группы по разработкам в области многолучевой электронной литографии для изготовления фотошаблонов. Активная работа ведется с Фондом перспективных исследований.

Позитивным сигналом на конференции и Форуме инноваций стало понимание и признание того факта, что самым важным, требующим немедленного решения, является вопрос воспитания профессиональных кадров.

### **Были ли выработаны пути организации диалога между государством, наукой и бизнесом?**

После тяжелого десятилетия, с начала 2000 годов, пришло понимание, что отсутствие собственной микроэлектроники в такой стране, как Россия, неминуемо приведет к потере суверенитета, объективности в мире как независимой державы. В сложившейся политической ситуации утрата способности участвовать в процессе развития и совершенствования технологии микроэлектроники на правах участника этого процесса, а не потребителя готовой продукции может привести к крайне нежелательным экономическим и опасным социальным последствиям, так как это неизбежно приведет страну к зависимости от внешних производителей электронной аппаратуры и крайне негативно отразится на обороноспособности страны.

На самых высоких уровнях управления стали приниматься решения, способствующие поддержке и развитию отечественной микроэлектронной промышленности, особенно после начала политических обострений и санкций против нашей страны. Можно сказать, государство повернулось к проблемам отрасли лицом. В своем выступлении в Алуште, на конференции



"Микроэлектроника-2018" и Форуме инноваций, заместитель Председателя Правительства РФ Юрий Иванович Борисов отметил, что на кредитные средства микроэлектроника выжить не может, необходимы государственные вливания и запланированные бюджетные расходы на нужды отрасли и работающих с ними предприятий и организаций. Эти слова подтверждаются тем, что, начиная с нулевых годов, государственные инвестиции появились у института и завода "Микрон". В этом году уже проведены на самом высоком уровне два заседания по развитию микроэлектроники, сразу же после избрания Президента Российской Федерации В.В.Путина, и 25 сентября – по развитию отечественного рынка микроэлектроники, под председательством премьер-министра РФ Д.А.Медведева. Программа импортозамещения дала толчок развитию отечественного производства. Намечены пути импортозамещения, в частности, в автомобильной промышленности, где вся силовая электроника и микроэлектроника систем управления и контроля в ближайшем будущем будет разработана и внедрена в серийное производство, в том числе и силами нашей организации.

Говоря о будущем микроэлектроники, нужно сказать, что даже в тех применениях, где производительность и память никогда не будут лишними, качественный результат может быть достигнут лишь при переходе на новый вид элементной базы, в том числе на новых физических принципах – графеновой, фотонной, спинтронной, квантовой. Об этом, в частности, говорил в своем докладе на конференции академик РАН Г.Я.Красников. Но для ее разработки, создания промышленной технологии и (особенно!) самого производства потребуется огромное количество средств – куда большее цены современного фаба. Никакие частные фирмы это не потянут. И возникает вопрос – а какое из государств даже сегодня захочет профинансировать высокорисковые технологии микроэлектроники будущего? И если не мы, то кто?

Сегодня АО "НИИМЭ" реализует свои задачи, в том числе как научная организация, ответственная за реализацию приоритетного технологического направления по электронным технологиям, обеспечивает деятельность межведомственного совета главных конструкторов по электронной компонентной базе (ЭКБ), созданного в исполнение поручений Правительства Российской Федерации с целью проведения единой технической политики и координации работ в области создания электронной компонентной базы. Руководителем этого совета является генеральный директор АО "НИИМЭ", академик РАН Г.Я.Красников. Этот совет уделяет основное

внимание вопросам импортозамещения и унификации ЭКБ. В состав Совета входят представители двенадцати ФОИВ, ведомств и интегрированных структур, в том числе Минпромторга РФ, Минобрнауки РФ, РАН, Роскосмоса, Росатома, концернов "Ростехнологии", "РТИ Системы", "Вега" и других организаций, участвующих в создании, закупках, поставках, испытаниях и применении ЭКБ. В фокусе внимания находятся вопросы, связанные с недекларируемыми возможностями импортных комплектов, несущими потенциальную угрозу как с точки зрения функционирования устройств на их основе, так и с позиций защиты данных, политики безопасности и, в некоторых случаях, государственной тайны. Была проанализирована, насколько это было возможно, номенклатура импортных комплектов, использующихся в нашей стране, выявлена их избыточность, нерациональность использования, ненужность, колоссальные преимущества использования отечественной продукции.

Институт обеспечивает и организует работу научного совета РАН "Фундаментальные проблемы элементной базы информационно-вычислительных и управляющих систем и материалов для ее создания. Советом за последний год проведены научные сессии "Элементная база информационно-вычислительных и управляющих систем", "Фундаментальные проблемы создания и развития элементной базы информационно-вычислительных и управляющих систем современного уровня", научные семинары "Квантовые технологии", "Нейроморфные системы и их реализация", "Топологически нетривиальные материалы: двумерные и трехмерные топологические изоляторы", "Исследования явлений переноса спина, мультиферроиков и перспективы исследований в области полупроводниковой спинтронки". В ноябре этого года будет проведена научная сессия "Новые материалы с заданными функциями и высококачественные наноматериалы для создания элементной базы информационно-вычислительных и управляющих систем". На каждой из научных сессий или семинаре принимаются и контролируются конкретные решения по реализации предложений их участников.

Таким образом, АО "Научно-исследовательский институт молекулярной электроники" под руководством академика РАН Г.Я.Красникова всей своей деятельностью подтверждает лидирующие позиции в отечественной микроэлектронике.

**Большое спасибо за интересную беседу.**

*С.С.Горневым беседовал А.Н.Алёшин*