

Инжиниринг как инструмент прорыва

Тысячные тиражи компонентов из новейших материалов через пять лет смогут получать предприятия российской электронной промышленности. Источник — новый инжиниринговый центр, о котором рассказывает врио директора [Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН](#) академик [Александр Васильевич Латышев](#).



— Идея создания в новосибирском Академгородке специальной внедренческой организации для вывода новейших научных разработок на электронные предприятия Новосибирска и всей России родилась в [ИФП СО РАН](#) более десяти лет назад, тогда проект назывался «Центр прототипирования» и ориентировался на возможности «Роснано». Однако эта корпорация проводила жесткую бизнес-политику, нацеленную на перепродажу ставших успешными технологических компаний, и мы отказались от такого варианта «на берегу» — хотя по нашему заказу команда специалистов из Силиконовой долины уже подготовила бизнес-план. Калифорнийская проектная компания была выбрана из множества российских и зарубежных как представившая наиболее проработанные предложения и, главное, уже реализовавшая несколько успешных проектов в Европе и Америке. Но ведь и сам бренд «Силиконовая долина» — это кузница успеха в электронике.

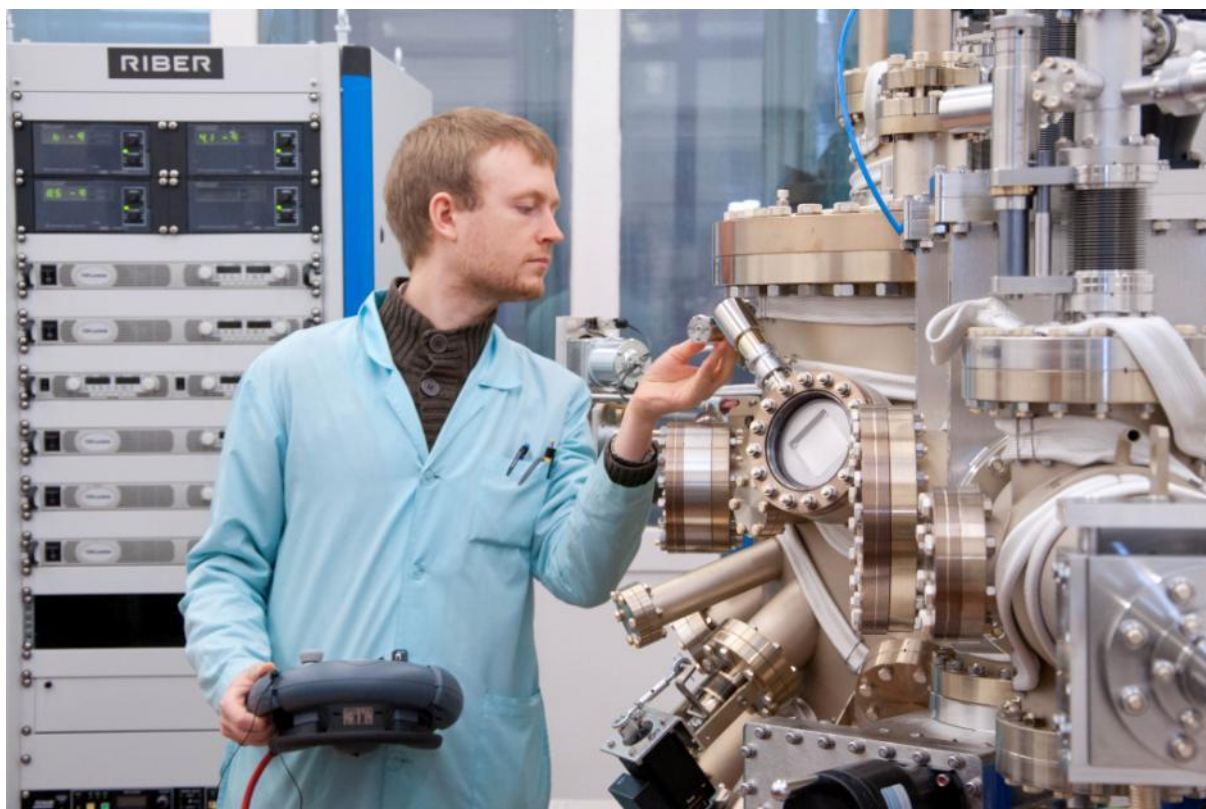
Затем в 2014 году на совещании по развитию отечественной микроэлектроники в Новосибирске с участием главы правительства РФ Дмитрия Анатольевича Медведева прозвучало предложение создать при [ИФП СО РАН](#) новый научно-технологический центр национального значения — кремниевую мини-фабрику «Центр прототипирования изделий био- и наноэлектроники». Но этот проект по ряду причин тоже остался на бумаге.

Новый и, надеюсь, решающий импульс созданию Центра нанотехнологий был дан во время визита в новосибирский Академгородок в феврале 2018 г. президента России Владимира Владимировича Путина, после которого он дал поручения по перезагрузке научного центра, формированию «Академгородка 2.0». Естественно, что в этом контексте мы вернулись к идее создания трансферного звена.

Миссией предлагаемого нашей командой Центра полупроводниковых нанотехнологий должно стать обеспечение мирового уровня научных исследований, технологий и разработок в области новых материалов (и, как следствие, элементной базы) для микро-, нано-, био- и оптоэлектроники и нанофотоники, СВЧ-электроники, сенсорики, радиационно стойкой и в перспективе квантовой электроники и инфракрасной техники.

Создание научно-исследовательских технологических центров с современным дорогостоящим оборудованием на базе существующих компаний и университетов, действующих по принципам центров коллективного пользования, — это мировая тенденция. В развитых странах Запада такие структуры формируются на корпоративной или университетской площадке, для России (и, в частности, СО РАН) более традиционно «выращивать» их на основе академических институтов.

Применительно к нашей области знаний как раз в [ИФП СО РАН](#) сосредоточены ключевые полупроводниковые технологии для создания компонентной базы современной микро-, опто- и фотоэлектроники, здесь создаются новые материалы, элементы и приборы для гражданской и оборонной промышленности. Так, перестало быть секретом участие нашего института в разработке мультивизионной системы всепогодного вертолета Ми-28 «Ночной охотник». [ИФП СО РАН](#) является одним из флагманов в России по эпитаксиальному выращиванию полупроводниковых структур для электроники — вплоть до наноструктур пониженной размерности, которые открыли новые возможности для дизайна материалов и приборов. В институте работают около 1 000 специалистов, обладающих необходимыми компетенциями и владеющих базовыми полупроводниковыми технологиями.



— Да, [ИФП](#) всегда был и остается успешным институтом, сделавшим немало для российской электроники. Зачем тогда нужен выход за его рамки, создание отдельного Центра?

— Проведение предпромышленных испытаний новых технологий и образцы для них (например, полупроводниковые подложки) требуют иного, чем есть у нас в институте, оборудования. Производственникам нужны другие размеры тех же подложек, с диаметром 100 и более миллиметров, тогда как имеющиеся у [ИФП СО РАН](#) ростовые установки имеют максимальный диаметр пластин 76 миллиметров. А главная проблема — в их количестве, предоставляемом на тестирование: заводам нужны не единицы, а десятки

и даже сотни. Чтобы создать сквозную технологию — от материалов до прибора — сегодняшних возможностей [ИФП](#) недостаточно. Необходим иной инструментарий, который нужно настроить с ювелирной точностью и поддерживать в безупречном состоянии годами. Для новейшего оборудования обязательны специальные чистые помещения с ничтожным, стремящимся к нулю, содержанием пыли в воздухе — ведь пылинки имеют размер, сравнимый с размером изготавливаемых элементов, и ее попадание на прибор может вывести его из строя.

— Но ведь у [ИФП](#) есть так называемый термостатированный корпус на улице Пирогова?

— Да, но, во-первых, он был построен и оснащен почти 50 лет тому назад по стандартам тогдашней советской микроэлектроники, за это время требования к чистоте помещений стали намного строже. В корпусе на ул. Пирогова они неисполнимы. Во-вторых, расположенные там лаборатории успешно выполняют прежде всего исследовательские, экспериментальные задачи, и нет никакого смысла их перепрофилировать на задачи технологические.

Если обобщить, то у [Института физики полупроводников](#) сегодня есть богатая предсказательная практика и немало успешных прецедентов ее переноса в опытные, малосерийные и серийные производства. Один из примеров — сотрудничество с новосибирским АО «Экран — оптические системы» (один из ведущих российских производителей электронно-оптических преобразователей для приборов ночного видения и фотоэлектронных умножителей для космических, ядерных и медицинских исследований. — Прим. ред.). Но в [ИФП](#) поддержка промышленных предприятий не поставлена и не может быть поставлена на поток: у академического учреждения, как бы оно ни было связано с индустрией, во главе угла стоят фундаментальные и поисковые исследования. В основном [ИФП](#) пока что продуцирует идеи, разработки и макеты, но не промышленные технологии.

Проектируемый Центр будет отличаться от привычных ЦКП как раз тем, что его предполагается оснастить не столько аналитическим, сколько технологическим оборудованием: плазменного травления, магнетронного напыления, литографическим и т.п. Этот инструментарий будет нацелен на принципиально большее количество опытных образцов, чем способен выдать сам институт. Например, для полноценных испытаний созданного с нашим участием нанопроволочного сенсора (показывающего, в частности, наличие раковых клеток в крови) медики требуют не менее 1 000 экземпляров — институт как таковой на это неспособен.

— Какой будет структура Центра нанотехнологий?

— Предполагается, что в своем составе он будет иметь четыре блока: кремниевые технологии, технологии материалов группы A_3B_5 (на базе соединений галлия, алюминия, индия, азота, фосфора), технологии полупроводников группы A_2B_6 (соответственно, кадмия, ртути, теллура), технологии принципиально новых материалов и аналитический центр.

Блок кремниевых технологий, несмотря на привычность названия для [ИФП](#), будет не вполне обычным: предполагается, что его кремниевая линейка (весь цикл технологических операций) обеспечит создание структур размером в несколько тысяч раз меньше толщины человеческого волоса. В [ИФП](#) на такую размерность еще не выходили. Подобные масштабы необходимы для создания наногетероструктур на основе кремния

для наноэлектроники, нанофотоники и оптоэлектроники, структур для сильноточной и радиационно стойкой электроники, микродатчиков и сенсоров для космической, авиационной и автомобильной промышленности, компонентов мобильных вычислительных устройств, медицинских и ветеринарных систем мониторинга и сенсоров для клинических тестов. Широкую известность получил, например, разработанный в [ИФП](#) кремниевый наносенсор фемтомольной чувствительности, позволяющей обнаружить единственную молекулу патогена в капле жидкости.

Блоки Центра технологии материалов групп A_3B_5 и A_2B_6 будут специализироваться на низкоразмерных системах и элементах для СВЧ-электроники (включая оборонную номенклатуру), для опто- и радиоэлектроники (вертикально излучающие лазеры, однофотонные излучатели и так далее). В задачи этих блоков также будет входить и создание материалов, элементов и устройств для инфракрасных фотоприемных приборов нового поколения, в том числе космических, антитеррористических, мониторинговых.

Блок новых материалов будет включать в себя разработку полупроводников, которые еще широко не используются в современной промышленности, но их внедрение позволяет ожидать прорывов в недалеком будущем. Это, в частности, системы на основе графенов, графеноподобных материалов, силицена, германена, дихалькогенидов, оксидов цинка, метаматериалов, аддитивных технологий в наносистемах и другие.

И, наконец, в аналитическом центре на базе дизайн-центра планируется развивать перспективную электронную компонентную базу, работающую на новых физических принципах (топологические изоляторы, квантовые системы, трехмерные наносистемы, элементы энергонезависимой памяти и другое). Центр должен быть укомплектован самым совершенным аналитическим оборудованием для диагностики, контроля, визуализации материалов, структур и устройств с нанометровым пространственным разрешением.



— Есть ли у [ИФП](#) коллаборанты в проекте Центра нанотехнологий?

— Обязательно будут участвовать [Новосибирский государственный университет](#), [Новосибирский государственный технический университет](#), [Институт автоматике и электрометрии СО РАН](#), [Институт лазерной физики СО РАН](#), [Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН](#), [Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН](#) (с алмазными пленками), красноярский [Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН](#) и, конечно, наши промышленные партнеры. Замечу, что проектируемый Центр — открытая и гибкая структура, предназначенная для всех, кому она может быть полезна.

— **А кто видится заказчиками?**

— Для российских предприятий Центр нанотехнологий станет площадкой проведения заказных НИР и ОКР. Резиденты [Академпарка](#), профильные предприятия Новосибирска и других регионов приобретут возможность получения технологических и инженеринговых услуг на современном уровне, а научные учреждения и университеты расширят свои экспериментальные возможности, особенно в области междисциплинарных исследований. Кроме того, подготовка кадров для Центра нанотехнологий и передачи разработанных технологий в промышленность потребует создания в наших университетах новых образовательных курсов и программ, инженеринговых магистерских программ и организации новых кафедр.

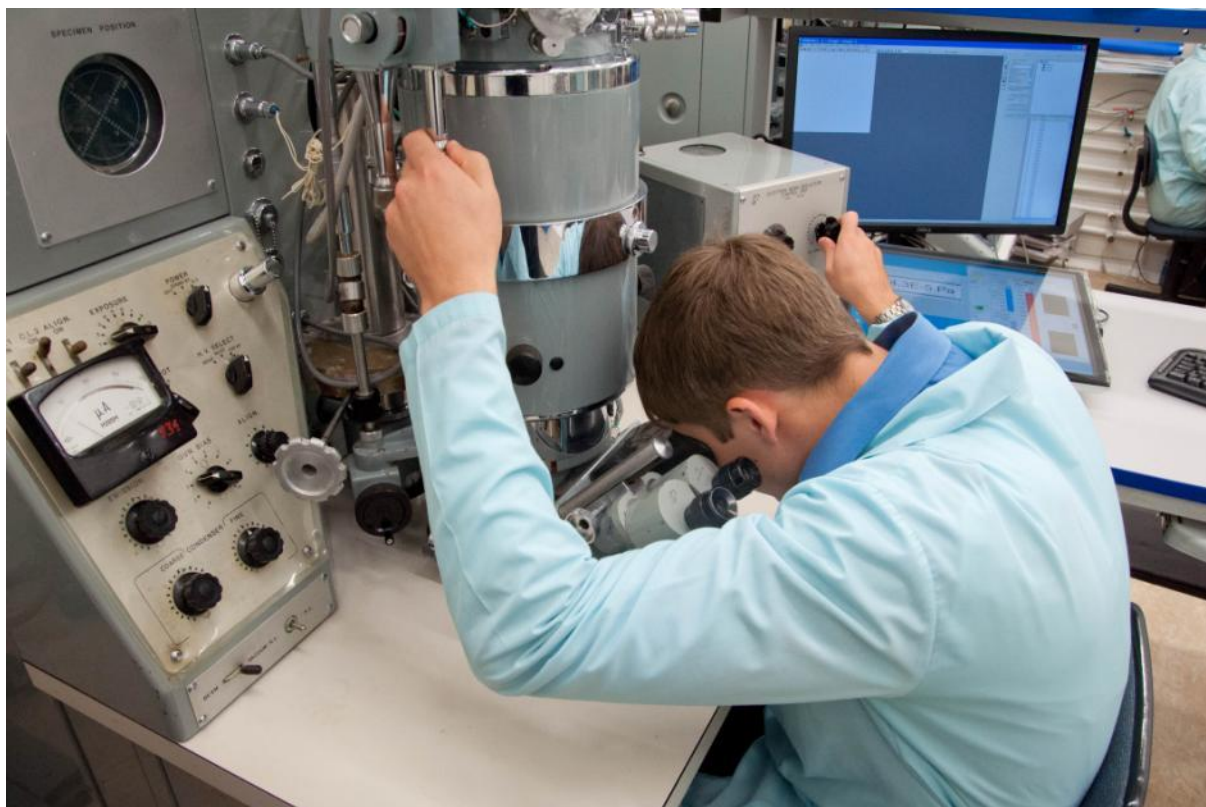
Если говорить об промышленных заказчиках, то созданные технологии должны быть скорейшим образом переданы на предприятия: АО «Новосибирский завод полупроводниковых приборов с особым конструкторским бюро», ОАО «Научно-исследовательский институт измерительных приборов — Новосибирский завод имени Коминтерна», ОАО «Октава», ООО «Медико-биологический союз», Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» и десятки промышленных предприятий по всей территории России. Рынок планируемой продукции по оценкам независимой компании, к которой мы обращались, составляет десятки миллиардов рублей в год.

— **Прежде чем получать доход от контрактов, нужно запустить Центр. Каковы приблизительные затраты на этот проект?**

— Порядка 10 миллиардов рублей бюджетного финансирования — это сумма, запланированная на постройку здания и его оснащение. Из этих денег больше половины приходится на технологическое оборудование, до нескольких сотен миллионов рублей может стоить приобретение технологических лицензий и программного обеспечения, которыми мы сами не располагаем. Думаю, что все затраты окупятся в течение семи лет за счет сотрудничества с упомянутыми выше партнерами. Наш институт в его сегодняшнем состоянии имеет хорошие обороты именно от контрактов с промышленностью, хотя пока что речь идет о поставках десятков, а не тысяч единиц продукции.

— **Сколько новых сотрудников потребует Центр?**

— 25 высококлассных специалистов в первые два года работы, около 100 — при выходе на полную мощность к началу 2024 года. Речь идет не о совместителях, а в основном о кадрах, специально подготовленных прежде всего в классическом и техническом университетах Новосибирска.



— **Какое место Центр нанотехнологий займет в архитектуре «Академгородка 2.0», что принесет всему научному центру? Можно ли прогнозировать его ощутимое влияние на экономику всего Сибирского макрорегиона, электронную отрасль России?**

— На наш взгляд, сейчас в стране наблюдается острая нехватка именно таких центров, где могут проводиться ориентированные исследования, востребованные промышленностью и готовые к непосредственному внедрению. Центр станет местом притяжения различных научных групп и промышленных предприятий, средой для формирования новых идей, команд и стартапов. Оборудование и технологии, которые планируется развернуть в центре, будут востребованы предприятиями электронной промышленности и позволят выпускать продукцию с высокой добавленной стоимостью. Замечу, что Центр полупроводниковых нанотехнологий позволит восстановить позиции микроэлектронных предприятий Сибирского макрорегиона как на внутреннем, так и на внешних рынках.

— **Микро- и наноэлектроника сегодня демонстрируют стремительный прогресс, это драйвер для многих других отраслей. Проект Центра нанотехнологий как раз в этом тренде. Но насколько такая тенденция долговременна?**

— По сей день ни одна индустрия не развивается так быстро, как электроника, и предпосылок для спада не намечается. Сформулированный 40 лет назад закон Мура, согласно которому количество транзисторов на кристалле интегральной схемы удваивается каждые два года, продолжает действовать. Если бы темпы развития железнодорожного транспорта были такими же, как у микроэлектроники, то поезд из Москвы в Новосибирск шел бы всего две минуты. Но главное то, что прогресс электронно-цифровой сферы имеет очевидные перспективы. Больше полувека назад Ричард Фейнман, лауреат Нобелевской премии и автор знаменитого курса лекций по физике, описал захватывающие возможности работы с объектами атомных размеров. Настоящее торжество электроники еще впереди, оно будет связано с квантовыми

эффектами в структурах, созданных современными и перспективными нанотехнологиями. Первые прообразы мы уже наблюдаем: квантовая электроника, квантовая нанофотоника, квантовые вычисления, квантовая сенсорика, квантовая криптография и так далее. Это уже существует в прототипах и активно развивается. А впереди — электроника, основанная на спиновых эффектах, которая, предположительно, увеличит эффективность элементной базы в тысячи раз.

— Если начистоту: имеет ли Россия перспективу вернуться на передовые позиции в области электроники? На уровне не отдельных удачных решений, а массовых технологий и глобально востребованной продукции? Или мы отстали навсегда?

— Сегодня догнать тот же Intel невозможно: на этого супергиганта работает весь мир, не исключая Россию. Но мы способны на точечные прорывы, а прорывы глобальные как раз из таких точек и вырастают. Например, наш биологический наносенсор принесет и фундаментальным наукам о жизни, и практической медицине плоды, которые сегодня трудно предсказать. Тем более мы способны продуцировать технологии и решения, которые уже сегодня востребованы полупроводниковой индустрией. Речь идет о полноценном участии России в новом технологическом скачке, без которого немыслимы дальнейшее развитие цифровой экономики, интернета вещей, систем коммуникации, прорывы в области биологии, медицины, фармацевтики.

*Беседовал Андрей Соболевский
Фото Валерия Яковлева (1) и Юлии Поздняковой (анонс, 2, 3, 4)*

Источники:

[Инжиниринг как инструмент прорыва](#) — Наука в Сибири (sbras.info), Новосибирск, 8 августа 2018.

[Академик Александр Латышев: Центр полупроводниковых нанотехнологий должен обеспечить мировой уровень исследований](#) — Новости сибирской науки (sib-science.info), Новосибирск, 8 августа 2018.

[Инжиниринг как инструмент прорыва](#) — Наука в Сибири, 2018, № 30 (3141), с. 1, 4-5, 9 августа 2018.