

НАУКА ДОЛЖНА СТАТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИЛОЙ

РАССКАЗЫВАЕТ ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ФИЗИКИ
ПОЛУПРОВОДНИКОВ СО РАН АКАДЕМИК А.Л.АСЕЕВ

Институт физики полупроводников Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН) – одно из авторитетнейших научных учреждений, работы которого высоко ценят во всем мире. Для отечественной электроники значимость ИФП СО РАН прежде всего в том, что этот институт как проводит фундаментальные исследования, так и занимается прикладными вопросами, вплоть до создания технологического и контрольно-диагностического оборудования, производства эпитаксиальных структур и даже готовых приборов. Несмотря на общий кризис электронного производства в России, ИФП продолжает успешно развиваться. Однако сам по себе академический институт существовать не может – ему необходима система кооперации с промышленными предприятиями. И здесь начинаются проблемы – отечественная промышленность далеко не всегда способна воспринять результаты работ ИФП, даже в такой актуальной области, как технологии "кремний на изоляторе" для создания радиационно-стойкой элементной базы. О деятельности ИФП СО РАН, его достижениях и проблемах рассказывает директор института академик Александр Леонидович Асеев.

Александр Леонидович, кратко расскажите об истории и основных направлениях работы Института физики полупроводников Сибирского отделения РАН.

ИФП СО РАН был создан в 1964 году на основе объединения Института физики твердого тела и полупроводниковой

электроники и Института радиофизики и электроники СО АН СССР. Основателем нашего Института был академик Анатолий Васильевич Ржанов, бывший фронтовик, воевавший с 1941 года. Он, в частности, возглавлял одну из четырех групп, которые в 1953 году создали первый отечественный германиевый транзистор. В 1962 году, будучи известным специалистом по полупроводниковой микроэлектронике и физике поверхности полупроводников, А.В.Ржанов с группой сотрудников Физического института АН (ФИАН) по приглашению академика М.А.Лаврентьева переехал в новосибирский Академгородок, где организовал Институт физики твердого тела и полупроводниковой электроники СО АН СССР.

К тому моменту в Академгородке уже действовал Институт радиофизики и электроники СО АН СССР – первый институт физического профиля в СО АН. Его директором был Юрий Борисович Румер – легендарный человек и выдающийся физик-теоретик, еще в 1929–1932 годах работавший у Макса Борна в Геттингене. В 1938 году он был осужден, 10 лет провел в заключении в компании А.Н.Туполева, С.П.Королева, Р.Бартини и иже с ними, затем сослан в Сибирь. После смерти Сталина был реабилитирован, в 1956 году назначен директором Института радиофизики и электроники. Но Ю.Б.Румер не был администратором, и поэтому в 1964 году был вынужден оставить свой пост (он продолжил работу в Институте ядерной физики СО АН СССР).

В 1964 году Институт радиофизики и электроники объединили с Институтом физики твердого тела, образовав Институт физики полупроводников (ИФП) СО АН. Его первым директором стал А.В.Ржанов. В качестве основной тематики А.В.Ржанов определил физику поверхности полупроводников, поскольку быстро выяснилось, что свойства транзисторов сильно зависят от условий на поверхности. Причем если сегодня известны десятки методов исследования поверхности – электронная спектроскопия и микроскопия, тонкие методы исследования электронных свойств и т.д., то в 1960-е годы это было белое пятно,



методов исследования вообще не было. А.В.Ржанов много сделал в данном направлении, начиная от метода эффекта поля и заканчивая методами характеристики структурных электронных свойств поверхности. Надо сказать, выбор направления оказался очень правильным, поскольку современная физика полупроводников оперирует именно поверхностными эффектами. Более того, все современные полупроводниковые элементы – это структуры с нанометровыми размерами и квантовыми эффектами, для них свойства поверхности играют ключевую роль.

Сегодня ИФП – это достаточно крупное научное учреждение. У нас около 1000 сотрудников, из них более 250 научных работников. В ИФП работают академик и четыре члена-корреспондента РАН, 36 докторов и 165 кандидатов наук. В 1990 году в структуру объединенного ИФП был включен Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники (КТИПМ) СО РАН (ныне филиал Института), а в 1996 году – Институт сенсорной микроэлектроники (ИСМЭ) СО РАН (Омск), теперь Омский филиал ИФП.

Одна из сильнейших сторон ИФП – фундаментальная научная составляющая: теория квантовых явлений в полупроводниковых структурах, экспериментальные исследования явлений переноса, оптика наноструктур, спиновые свойства и т.п. Несмотря на всю тяжесть 1990-х годов, мы сумели финансово поддержать эти направления, и они достаточно интенсивно развиваются. Этот фундаментальный базис обеспечивается хорошими знаниями процессов на поверхности, на основе которых мы развиваем исследования в области методов контроля, а также технологические и приборные направления.

В частности, у нас развиты методы контроля на основе дифракции быстрых электронов. Мы изготавливаем такие дифрактометры, причем не только для собственных нужд, но и поставляем их компании "Светлана-оптоэлектроника".

Второе направление методов контроля поверхности, в котором ИФП занимает ведущие позиции, – лазерная эллипсометрия. Это основной диагностический метод монослойного разре-

шения при эпитаксиальном создании структур кремний-ртуть-теллур. В развитии эллипсометрии велика заслуга моего предшественника на посту директора ИФП Константина Константиновича Свиташева, сменившего в 1990 году А.В.Ржанова.

Весьма развиты в ИФП и работы в сфере электронной микроскопии. В частности, у нас разработана система отражательной электронной микроскопии, позволяющая получать изображения монокристаллических ступеней с контрастностью 100%. Причем они видны не только в статике, но и при высоких температурах кристаллов, вплоть до сублимации, в процессе эпитаксии и т.п. Изначально метод создавался для кремниевых структур, но применяется и для GaAs. То есть и в области электронной микроскопии работы ИФП на очень высоком уровне.

Одно из основных направлений работы Института – это технологии молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ). ИФП стал одним из застрельщиков в этой области. В ИФП была создана серия установок МЛЭ, которые назывались по именам сибирских рек – "Селенга", "Ангара", "Катунь", "Обь". Эта технология позволила развивать ряд конкретных приборных направлений как в области фотоприемных устройств, так и в твердотельной СВЧ-электронике.

В частности, одно из наиболее значимых направлений работы ИФП – структуры кадмий-ртуть-теллур (КРТ). Этот прямозонный полупроводник с поистине фантастической фоточувствительностью (порядка 10^6 В/Вт) имеет стратегическое значение, поскольку является основным для современной ИК-техники. Лишь несколько стран в мире обладают технологией его получения, в том числе и Россия благодаря работам нашего Института.

Мы работаем и со структурами на основе SiGe. Помимо чисто научного значения (изучение свойств квантовых точек и т.п.), эти исследования имеют и практическую ценность, поскольку SiGe – это также фоточувствительный материал, причем эффективный при комнатной температуре, в то время как приборы на основе КРТ требуют специального охлаждения.

Александр Леонидович Асеев – академик РАН, член Президиума Сибирского отделения РАН, автор и соавтор около 200 научных публикаций и монографий, член редакционных коллегий ряда российских и зарубежных журналов. С 1998 года Александр Леонидович возглавляет Институт физики полупроводников СО РАН. Под его руководством в ИФП СО РАН создан современный научно-технологический комплекс для получения и исследования полупроводниковых микро- и наноструктур, изучения квантовых эффектов в них, создания нового поколения устройств полупроводниковой электроники, инфракрасной и СВЧ-техники.

24 сентября А.Л.Асееву исполнилось 60 лет. Редакция от души поздравляет юбиляра и желает ему дальнейших успехов и долгой плодотворной работы.



Еще одно практически важное направление деятельности ИФП – тепловидение среднего ИК-диапазона (3–5 мкм). На наших приборах строятся медицинские тепловизоры, которые мы продаем по всей стране и за рубеж, хотя конкуренция в этой области очень жесткая. Создание таких приборов стало возможным благодаря исследованиям в области формирования границы раздела арсенид индия – диэлектрик без поверхностных состояний. Правда, разработка соответствующей технологии потребовала примерно 20 лет напряженного труда.

Исторически в нашем институте весьма развиты и исследования в области структур с отрицательным электронным зарядом – материальной основы для приборов ночного видения (ПНВ). И в этой области ИФП выступает фактически монополистом по цезированным поверхностям GaAs. Если учесть, что в Новосибирске развито приборостроение и производство оборонной техники, данная работа сыграла очень большую роль для промышленности города. В области приборов ночного видения Новосибирск по-прежнему остается на высоком уровне. Такие предприятия, как ОАО "Катод" или Новосибирский приборостроительный завод, успешно развиваются на основе наших разработок для ПНВ.

Одно из важнейших направлений, развиваемых в ИФП посредством технологии молекулярно-лучевой эпитаксии, – это структуры для твердотельной СВЧ-электроники. Конечно, при промышленном производстве СВЧ-приборов используют технологии химического осаждения из парогазовой фазы металлоорганических соединений (MOCVD). Но в исследовательских работах основной метод получения полупроводниковых структур – МЛЭ. Вместе с нашим партнером ОАО "Октава" мы участвуем во всех российских программах, связанных с развитием СВЧ-электроники, в том числе для радиолокации, компактных систем наведения, высокоточного оружия, бесконтактных методов ведения боевых действий и т.д. Благодаря полупроводниковым структурам ИФП, разрабатываемые "Октавой" приемопередающие устройства для СВЧ-техники специального назначения находятся на достаточно высоком уровне.

В 1990-е годы помимо МЛЭ, СВЧ-электроники, тепло- и ночного видения мы занялись кремниевыми технологиями. В Институте установлены уникальные машины для выращивания монокристаллов кремния методом зонной плавки. Мы создаем фотодетекторы на основе кремния, структуры для силовой электроники, занимаемся технологией "кремний на изоляторе" (КНИ).

Можно еще долго перечислять наши работы и достижения. Так, в отделе лазерной физики ИФП создана технология, позволяющая получать моноизотопный свинец без радиоактивного изотопа Pb^{210} . Это очень важно для межконтактных соединений в чипах, поскольку ряд сбоев в СБИС обусловлен наличием распадающегося изотопа свинца. Причем все результаты в этом значимом направлении были получены в 1990-е годы.

Совместно с Физическим институтом РАН нами проделана очень интересная работа – создание радиационно стойких СВЧ-транзисторов на GaAs. Для повышения радиационной стойкости между буферным слоем и активными слоями этих транзисторов сформирована сверхрешетка. Все гетероструктуры для них сделаны в ИФП, а сами транзисторы – в НПП "Салют" (Н. Новгород).

Отдельные работы мы ведем и в области нитрида галлия. В 2005 году созданные в Институте GaN-структуры были переданы в ОАО "Октава", где на их основе были сделаны транзисторы. Но основная проблема в этой области – высокая дефектность слоев. К сожалению, мы занялись нитридом галлия с 10-летним опозданием, расцвет начала этого направления пришелся на конец 1980-х – начало 90-х годов. Но мы тогда даже думать об этом не могли и достаточно много упустили. Однако свою лепту в этот процесс мы внесем и материал создадим. Но это требует капиталоемких вложений, которые трудно обеспечить в условиях РАН.

Где возможно, мы используем собственное оборудование (установки "Обь" и "Катунь", контрольное оборудование), например при создании KPT- или SiGe-структур. Но за истекшие 15 лет мы, безусловно, отстали в области технологического оборудования для арсенида галлия и систем A^3B^5 . Недавно установили новейшую систему электронной нанолитографии фирмы Raith (Германия). СО РАН выделило довольно крупные бюджетные ассигнования на приобретение новой установки МЛЭ фирмы Riber, только что установленной в Институте. В ближайшие годы необходимо приобретение установки промышленного масштаба.

Все это говорит о том, что ИФП – это действительно научный институт мирового уровня. Любая зарубежная делегация очень быстро проникается к нам уважением, когда видит наше оснащение и результаты. Я сам побывал практически во всех крупных профильных фирмах и ведущих университетах от США до Японии, работая там по несколько месяцев. И поэтому с полной ответственностью могу сказать, что ИФП находится на приличном мировом уровне.

Насколько практическая производственная деятельность соответствует специфике академического института, каковым является ИФП?

Все наши практические достижения базируются на знании физики процессов, приобретенном в ходе фундаментальных исследований, – именно этим и призван заниматься академический институт. С другой стороны, мы понимаем, что сегодня наука должна стать непосредственной производительной силой, и по мере возможностей работаем в этом направлении.

Основные усилия ИФП в плане практических приложений сосредоточены на фотоприемных устройствах. В этой области наш Институт пребывает на хорошем уровне благодаря наличию технологий, диагностического оборудования и научного задела. Мы сами производим фотоприемники различных типов. Конеч-



но, фотоприемник как конечное изделие должен содержать, помимо собственно фотоприемной матрицы, несколько элементов – оптическую систему, систему охлаждения, блок обработки и т.п. Но в нашей структуре есть Конструкторско-технологический институт прикладной микроэлектроники, который способен изготавливать законченные системы как для специальных, так и для гражданских применений. На стороне мы заказываем только кремниевые кристаллы обработки сигнала. Такие организации, как "Орион", "Пульсар", "Альфа", "Сапфир", высоко ценят работы ИФП, у нас с ними нормальная кооперация. Хотя, конечно, есть и элементы конкуренции в борьбе за заказы.

Но все же наш основной продукт – это эпитаксиальные структуры. В свое время мы пытались делать и транзисторы. Однако это настолько сложно сочетать с реалиями академического института, что мы сосредоточились на эпитаксиальных структурах. Хотя отдельные уникальные приборы можем создавать и у себя, в том числе для исследования их свойств (радиационная стойкость, быстродействие и т.д.) и изучения физики происходящих в них процессов.

Эпитаксиальные структуры КРТ мы поставляем на все предприятия, которые с ними работают, – "Орион", "Альфа", "Сапфир". Эти компании строят стратегию технического развития, опираясь на наши структуры. И если сегодня ИФП выпускает 1 тыс. см² пластин КРТ при существующей потребности порядка 3 тыс. см², то через два-три года мы планируем нарастить производственные мощности до 5 тыс. см².

В области эпитаксиальных структур для СВЧ-электроники мы поставляем создаваемые в ИФП гетероструктуры для рНЕМТ-транзисторов в НПП "Исток". Причем это предприятие очень высоко отзывается о качестве нашей продукции. Другие потребители таких структур – Томский завод полупроводниковых приборов и НИИ полупроводниковых приборов (НИИПП) – строят стратегию своего развития на взаимодействии с нашим Институтом. Однако мы изготавливаем лишь нескольких сотен пластин в год, на одной установке "Катунь", и нас тяжело назвать полноценным поставщиком. Поэтому сегодня в планах – создание на базе ИФП небольшого производства с объемом до 10 тыс. пластин.

ИФП также известен своими работами в области КНИ-технологий. Это направление развивается?

Действительно, в этой области ИФП достиг ощутимых успехов. Наши работы по КНИ движутся в двух направлениях. Во-первых, это имплантация кислорода, высокотемпературный отжиг захороненного SiO₂. Институт ядерной физики СО РАН (ИЯФ) – один из лучших в мире институтов в области физики высоких энергий – разработал для нас кислородный имплантер. В результате у нас есть источник кислородного пучка с требуемыми параметрами по энергии и по плотности тока. Еще остались нерешенные проблемы, но направление развивается.

Правда, я не думаю, что эта технология составит конкуренцию другим известным методам изготовления пластин КНИ.

Однако во многих случаях собственно пластины КНИ и не нужны – в СБИС достаточно создать локальную структуру КНИ под ключевым элементом, например, размером 10×10 мкм. В этой области мы работаем и надеемся достичь прорыва. Но данное направление не поддерживается промышленностью, несмотря на всю его привлекательность для создания, в том числе, радиационно-стойкой элементной базы. Я многократно обращался в Минобороны, Росатом, УРЭП и СУ (бывшее РАСУ), Минобрнауки и другие ведомства. Денег никто не дает, а необходимое оборудование стоит несколько миллионов долларов. При этом средства необходимы в первую очередь ИЯФ СО РАН.

Второе направление КНИ, развиваемое в ИФП, – это технология изготовления КНИ-пластин методом гидрофильного соединения и скола по слою имплантированного водорода (технология DeleCut). Она представляет собой модификацию известной технологии Smart Cut, которая впервые была предложена французской компанией Soitec (Гренобль) в 1996 году. Но DeleCut – это полностью наша технология, защищенная российскими патентами.

В технологии DeleCut используются две кремниевые пластины. В одну из них предварительно имплантируются ионы водорода, вторая термически окисляется. Затем обе пластины соединяются ("склеиваются") и отжигаются. При этом пластины разделяются по плоскости прослойкой водорода, но на предварительно окисленной пластине остается слой кремния – формируется КНИ-структура. Далее ее можно легировать и утончать путем многократного окисления и травления. Этот метод позволяет получать практически любые сочетания толщины слоев кремния и скрытого оксида, от сотен до единиц нанометров. У нас технология DeleCut освоена для пластины диаметром 150 мм. Такие пластины в небольших объемах мы производим, но в основном для собственного потребления.

Разве промышленные предприятия не проявляют к ним интереса?

Разработка технологии DeleCut стала возможной благодаря проекту МНТЦ, который в свое время получил Снежинский ВНИИ технической физики (Челябинск-70). Однако существенного промышленного заказа в этом направлении нет, а он должен быть. Мы передавали пластины, изготовленные по данной технологии, ряду предприятий – в НИИИС (Н. Новгород, Росатом), в Технологический центр МИЭТ. В последнем на базе наших КНИ-пластин были получены базовые матричные кристаллы с весьма отличными характеристиками, этим лично занимался Н.А.Шелепин. Исследования радиационной стойкости приборов на КНИ мы проводили и у себя. Созданные в ИФП отдельные транзисторы и логические элементы на КНИ-структурах выдерживают нагрузку в 10 Мрад. То есть они, по действующей терминологии, не просто радиационно-стойкие, а сверхрадиационностойкие.

Однако поскольку промышленность не поддерживает наши работы в области радиационно-стойкой элементной базы, мы трансформировали эти исследования в нанотехнологическое

направление. Речь идет о кремниевых транзисторах с длиной канала менее 100 нм. Для изучения короткоканальных эффектов мы используем КНИ-пластины. Нами поставлен мировой рекорд – получены совершенные (сплошные) прослойки кремния толщиной 3 нм, замурованные между двумя слоями диэлектрика. Столь тонкие слои нужны, поскольку длина канала перспективных транзисторов уже приближается к размеру молекулы ДНК, т.е. к 3–4 нм. И КНИ – это идеальная структура для них. Иначе проявляются эффекты защелкивания через подложку, расплывания заряда, паразитных токов утечки и т.п. Ультратонкие (5–10 нм) приборные слои кремния нужны, чтобы можно было снизить концентрацию легирующей примеси в канале (и вместе с этим увеличить ток насыщения, снизить порог включения и в результате – уменьшить энергопотребление, повысить напряжение пробоя и быстродействие). Правда, при этом возникает проблема наполнения канала электронами, но она успешно преодолевается. Мы уже понимаем, что нужно сделать, чтобы обеспечить нужное распределение примеси. Меняя потенциал подложки у одной и той же структуры, можно задавать тип проводимости в канале.

У нас есть несколько патентов и в области новых КНИ-структур для элементов памяти. За счет введения диэлектрика с высокой диэлектрической проницаемостью удастся повысить быстродействие. Открывается путь к созданию терабитной памяти. К сожалению, и эта работа в России никем не воспринята. Поэтому по данной теме ИФП приходится взаимодействовать с географически ближайшим к нам современным полупроводниковым производством – с компанией Samsung в Южной Корее. Около пяти лет Samsung финансирует наши работы в этой области. Отмечу, что все патенты оформлены на наших сотрудников, хотя отчеты передаются южнокорейским партнерам.

Таким образом, несмотря на отсутствие полномасштабной поддержки, мы готовим все, чтобы обеспечить следующий рынок и в радиационно-стойкой электронике, и в электронике наноразмерных транзисторов.

А работы в области структур кремний на сапфире (КНС) вы не считаете перспективными?

Нет. В свое время мы детально исследовали эти структуры. В КНС громадное несоответствие решеток, порядка 14%. В результате слой, прилегающий к подложке, оказывается полностью дефектным, вплоть до поликристалла, на глубину до нескольких микрон. Есть подходы, позволяющие уменьшить плотность дефектов за счет рекристаллизации. Но, по-моему, только одна фирма в мире – Peregrine Semiconductor (США) – освоила эту технологию, в России ее нет. И в этом плане КНС не очень перспективен, несмотря на то что он "нравится" предпринятиям-изготовителям.

В новых программах по развитию электронной компонентной базы (ЭКБ) радиационно-стойкая ЭКБ указывается в качестве одного из основных приоритетов. Участвует ли ИФП в этих программах?

Мы числились в программе Росатома, но никакого реального финансирования не получали. Хотя радиационно-стойкая электроника для задач Росатома или спецприменений исключительно важна. В текущем году нас впервые включили в программу "Национальная технологическая база" на 2007–2010 годы, сейчас она на утверждении в Минэкономразвития. Надеюсь, что эта программа заработает, с нашей стороны в нее все предложения поданы, возможно, какой-то поворот и произойдет. Но проблема ведомственного подчинения присутствует. В промышленности нас не считают за "своих", а только силами РАН такую тему развивать нереально, хотя ИФП и делает все возможное. Свою часть пути мы прошли: пожалуйста, берите, пользуйтесь. Вели переговоры и с "Элмой", и с НИИИС, и с "Микроном", и с ОАО "Российская электроника". Нашим непосредственным потребителем должна была быть линейка НИИСИ РАН (фабрика 1X1). Но пока там работы с КНИ не получили необходимой масштабности.

В целом, к сожалению, все решения в области КНИ откладываются из года в год, и ни к чему хорошему это не приведет. Темпы теряются. Причем, если говорить об оснащении ИФП для полномасштабной работы в этом направлении, речь идет об относительно небольших деньгах.

Кроме компании Samsung, с кем-либо из зарубежных партнеров вы работаете?

Интерес к работам ИФП ошутим. Мы сотрудничаем со многими научными учреждениями во всем мире, авторитет ИФП признан. Но мы также понимаем стратегическую значимость многих наших исследований, в том числе в области структур кремний-диэлектрик, и надеемся на масштабное возрождение российской электроники. И все для этого делаем.

То есть Институт в основном ориентирован на внутренний рынок?

Да, и это принципиальная позиция. Мы находимся на уровне ведущих российских институтов, но наш портфель заказов в основном отечественный. Конечно, коллектив ИФП понимает, что можно разменяться на работы по зарубежным заказам. Но это не очень интересно.

Как же вам удается финансировать столь многопрофильную деятельность Института?

В общей структуре финансирования ИФП бюджетные средства со стороны СО РАН составляют примерно 35%. Еще 35% – различные гранты (РФФИ, Минобрнауки и т.д.), которые мы регулярно выигрываем. Только грантов РФФИ у нас стабильно около полусотни – в этом мы, наверное, рекордсмены. Остальное – договорная деятельность. Причем в ней иностранные контракты не превышают 1/5.

Общими усилиями мы преодолели финансовый крах середины 1990-х и в последние годы вкладываем в развитие по 100 млн руб. ежегодно. Я занимаю пост директора ИФП уже восемь лет – сразу после дефолта в 1998 году. За это время финансирование Института возросло в 5,5 раза и уже сравнимо



с уровнем промышленных предприятий. Хотя, конечно, этот показатель далек от объемов финансирования передовых зарубежных исследовательских центров. Скажем, у ИФП финансовый оборот – порядка 10 млн долл. в год, а у Института передовых технологий Samsung, с которым мы работаем, только бюджет – 80 млн долл. и еще заказные работы составляют не менее 80 млн долл. в год – в сумме на порядок больше, чем у нас.

Как вы решаете кадровую проблему – одну из основных для многих научных и электронных предприятий?

Наш Институт – один из немногих, который в годы кризиса не сократил численность состава, – мы понимали, что кадрами бросаться нельзя. Последние годы у нас происходит рост. Вместе с двумя филиалами – КТИ ПМ и Омским филиалом (ранее ИСМЭ) – у нас около 1000 сотрудников.

Из 250 научных сотрудников за рубеж уехало примерно 20–25 человек. Были и серьезные потери. Например, в начале 1990-х сразу группа специалистов по тепловидению эмигрировала в США и организовала там фирму – дизайн-центр в области фотоприемной тематики. Сегодня эта компания хорошо работает и процветает. Вообще, за рубежом хорошо устроились все наши сотрудники – это к вопросу об отсталости отечественной науки и техники. Создайте условия, тогда и у нас все будет.

Но массового оттока из ИФП никогда не было. Более того, на базе ИФП регулярно проходят международные конференции, на которые съезжаются практически все наши бывшие сотрудники. Причем некоторые уже возвращаются обратно. А остальные с тоской смотрят, когда же ситуация в стране улучшится и они смогут вернуться. Например, один из наших бывших сотрудников работает в Цукубе – одном из ведущих научных центров в Японии. Он недавно приехал и попросился в нашу докторантуру, чтобы не терять связи с Институтом.

Несколько специалистов ИФП работало на Тайване – все вернулись. Сейчас наши сотрудники работают в Германии. Мы в принципе поощряем такие "челночные" выезды, поскольку это дает как материальный достаток, так и возможность общения с учеными мирового уровня, а также способствует установлению связей с ведущими научными учреждениями во всем мире. Мы стараемся удерживать и наши старые кадры, хотя это ограничивает возможность притока молодежи.

Показательно, что, несмотря на рост численности, большинство наших сотрудников перегружены работой. Мы могли бы выполнять и больше заказов – кадров не хватает. Поэтому особое внимание мы уделяем работе с молодежью.

Какие вузы в основном поставляют ИФП молодых специалистов?

У нас есть три кафедры. Базовая кафедра – в Новосибирском государственном университете, студенты которого традиционно очень высокого уровня. Второй источник – Новосибирский государственный технический университет, бывший НЭТИ (Новосибирский электротехнический институт). Там мы сотрудничаем с кафедрой полупроводниковых приборов и ми-

кроэлектроники. Есть у нас филиал кафедры физики полупроводников знаменитого Томского университета – старейшего вуза Сибири. В результате в ИФП всегда работают 100–150 студентов. Правда, если раньше из группы в 15 человек пятеро студентов были совершенно блестящие, теперь таких два-три, а иногда и один – уровень, к сожалению, падает.

Работать у нас интересно – действительно на переднем крае. И молодые люди прекрасно понимают – получив у нас подготовку, можно без хлопот устроиться работать в любой точке мира.

Вы в стратегии развития Института делаете ставку на отечественную электронику. Откуда такой оптимизм?

Всю электронику можно представить в виде дерева. Почва, на которой оно растет, – это фундаментальные технические науки (физика, химия, информатика и т.д.). Ствол – это академическая наука (квантовая механика, физика полупроводников, физика твердого тела). А крона дерева – это продукция промышленного производства. Центральная часть кроны – мировой рынок микропроцессоров и схем памяти общим объемом порядка 2 трлн долл. В этом направлении мы безнадежно отстали. Но есть еще шесть основных веток. Одна из них – силовая электроника. Здесь мы тоже отстаем, но отставание не слишком велико, в том числе и благодаря работам нашего Института. А еще есть ветви сенсорики и микросистемотехники, есть ветвь СВЧ-электроники. Присутствуют три оптические ветви: фотовольтаика, оптоэлектроника, а также фотоприемные устройства, тепло- и ночное видение. Целые страны строят свое благополучие на развитии наногетероструктурной электроники. И здесь, несмотря на все достижения пионерского характера, в последние годы российская электроника проваливается. Но ничто не мешает, при достаточном уровне поддержки, занять в этих областях устойчивые позиции.

Есть и новые побеги на этом дереве. Нанoeлектроника, квантовые компьютеры, спинтроника – всем этим мы занимаемся в Институте. Конечно, мы не утверждаем, что завтра будет создан кубит, но во всех этих направлениях у нас есть определенные заделы, и мы видим их перспективы. Поэтому, если будут созданы определенные условия, темпы развития отечественной электроники могут быть очень высокими, в том числе благодаря работам ИФП.

В заключение отмечу, что ИФП СО РАН хорошо развивается даже в неблагоприятных условиях, при практическом отсутствии такого важного заказчика, каким могла бы стать российская электронная промышленность. Но если условия изменятся к лучшему, мы будем расти, как гриб в дождливую погоду.

Спасибо за рассказ, пожелаем коллективу ИФП СО РАН новых научных достижений и должного внимания со стороны промышленности и государства.

С А.Л.Асеевым беседовал И.В.Шахнович