

"СКОЛКОВО" – ЭТО ИДЕОЛОГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Выступление вице-президента РАН Ж. И. Алферова на круглом столе "Инновационное развитие электроники России" (научная сессия отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН)



На прошедшем в начале апреля круглом столе "Инновационное развитие электроники России", приуроченном к 15-летию журнала "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес" и проводимом совместно с Отделением нанотехнологий и информационных технологий РАН, ряд докладов был посвящен Фонду "Сколково". Предлагаем вниманию читателей выступление Жореса Ивановича Алферова, вице-президента Российской Академии наук, сопредседателя научно-консультативного совета Фонда "Сколково". Отметив, что проект "Сколково" находится в стадии становления, Жорес Иванович охарактеризовал основные задачи как этого проекта, так и российской электроники в целом.

Очень часто проводят параллели и сравнения между проектом "Сколково" и американской Кремниевой долиной. Позволю себе очень кратко рассказать историю возникновения Кремниевой долины – эпицентра полупроводниковой промышленности в Калифорнии, на противоположном побережье от штатов Нью-Джерси, Нью-Йорк и Массачусетс, где был изобретен

транзистор и были развиты основные полупроводниковые и многие другие новые технологии.

Изобретение транзистора в конце 40-х годов прошлого столетия в исследовательском центре фирмы Bell Telephone Laboratories явилось стартом промышленной полупроводниковой революции, которая изменила технологическое и социальное лицо нашей планеты. Это выдающееся открытие

Джона Бардина, Уолтера Браттэйна и Вильяма Шокли вполне заслуженно было отмечено Нобелевской премией по физике в 1956 году. Мне повезло лично знать эту замечательную троицу, а с Д. Бардиным в течение полугода (1970–1971) регулярно общаться и обсуждать самые различные проблемы.

Почему же Кремниевая долина возникла южнее Сан-Франциско, а не в Нью-Джерси или в районе Нью-Йорка и Бостона, где уже был и Массачусетский технологический институт с его знаменитой Радиационной лабораторией, и ведущие компании Bell Telephone Laboratories, General Electric, IBM, RCA, располагавшие мощными исследовательскими центрами, где активно велись и фундаментальные исследования, нередко отмеченные Нобелевскими премиями и что немало важно – рождавшие принципиально новые технологии.

Часто создателем Кремниевой долины называют профессора Стэнфордского университета и декана инженерного факультета Фредерика Тремана, действительно много сделавшего для привлечения фирм в будущую Кремниевую долину и создания хороших условий для электронной промышленности. Но решающим был факт появления в долине Санта Клары кремниевой технологии с бурным развитием именно здесь ее решающих компонентов.

Не случайно Моисеем Кремниевой долины называют Вильяма Шокли. В.Шокли в 1950-е годы пользовался огромной популярностью в научном и инженерном полупроводниковом сообществе. Его монография "Электронны и дырки в полупроводниках", переведенная на русский язык в 1954 году под названием "Электронные полупроводники", была настольной книгой по обе стороны Атлантического океана. Я вспоминаю, как мой старый друг, ученик Д.Бардина, профессор Иллинойского университета, один из пионеров и основателей полупроводниковой оптоэлектроники Ник

Холоньяк говорил мне, что если бы он плыл на пароходе, потерпевшем крушение, и мог бы взять с собой только одну книгу, он бы взял книгу Шокли "Электронны и дырки в полупроводниках". Наконец, Шокли был руководителем научных исследований в Bell Telephone Laboratories, приведших к открытию и транзистора. Но он отличался огромным, хотя и имевшим основание, самолюбием, был диктатором в работе, признавал только работы, которые велись по его указанию и его идеям.

Изобретение транзистора явилось стартом промышленной полупроводниковой революции, которая изменила технологическое и социальное лицо нашей планеты

После создания транзистора группа стала распадаться, первым ушел в 1951 году Джон Бардин, в будущем – единственный в истории физики дважды лауреат Нобелевской премии. Вторую премию он получил в 1972 году за создание теории сверхпроводимости. За ним последовали другие. В 1954 году и сам В.Шокли покинул Bell Telephone Laboratories. Прослужив год в Вашингтоне руководителем группы советников объединенного комитета начальников штабов Вооруженных сил США по перспективным системам оружия, Шокли в апреле 1955 года решает, что наступило время осуществить свои идеи организации новых компаний в области высоких технологий. Что это были за идеи?

Шокли считал, что первооткрыватели новых принципов, создатели новых технологий, т.е. творцы – и прежде всего он сам – вознаграждены крайне незначительно по сравнению с тем вкладом, который они внесли. Свои соображения по этому поводу он изложил в ряде докладов на конференциях и симпозиумах и суммировал их в статье "Статистика индивидуальных вариаций продуктивности в исследовательских лабораториях", опубликованной в 1957 году.

В конце августа 1955 года он встретился со своим старым другом со студенческих времен в Калифорнийском технологическом институте Арнольдом Бекманом, ставшим к этому времени не только хорошим ученым-химиком, но и успешным бизнесменом. В середине 1950-х годов его компания Beckman Instruments насчитывала более двух тысяч сотрудников в США, Канаде и ФРГ, специализируясь на разработке и производстве аналитического оборудования для контроля промышленных процессов. Результатом этих встреч явилось создание к концу года, благодаря финансовой поддержке А.Бекмана и по эгидой Beckman Instruments, новой компании Shockley Transistor Company в Пало-Альто (место, хорошо знакомое Шокли, когда он был еще подростком).

Роль государства состояла прежде всего в том, что исследования, разработки и продукция на их основе были востребованы

В.Шокли становится президентом компании и директором Shockley Semiconductor Laboratory. Он привлек в свою компанию большую группу молодых, очень талантливых специалистов. Хотя ему не удалось привлечь никого из исследовательского центра Bell Telephone Laboratories, поскольку, как отметил И. Росс (в 1979-1991 годах – президент Bell Laboratories), "мы слишком хорошо его знали". Но тем, кто его не знал лично, приглашение "самой важной персоны в полупроводниковой электронике" было невозможно отклонить. Так появились вместе с В.Шокли вблизи Стэнфорда Гордон Мур, Роберт Нойс, Джек Хорни, Джей Ласт и другие.

Молодежь быстро училась у Шокли, и в очень короткое время в Калифорнии были развиты ключевые кремниевые технологии: диффузионная технология биполярных транзисторов, включая использование уникальных свойств двуокиси кремния на его поверхности – как для литографии, так и для защиты

поверхности. Но компания, созданная Шокли, быстро потерпела фиаско: идеи Шокли строить коммерческий успех только на исследованиях и получении патентов встретили полное непонимание его команды, а диктаторские методы руководства привели к тому, что "восьмерка предателей", включавшая наиболее талантливую часть команды, покинула его и создала новую компанию Fairchild Semiconductor. Именно здесь в 1960 году родилась современная технология кремниевых интегральных схем (чипов) благодаря Роберту Нойсу, плодотворно развившему идеи Д.Килби, который создал первую схему из кремниевых элементов в 1958 году на фирме Texas Instruments. В дальнейшем Г.Мур и Р.Нойс были инициаторами создания компании Intel, сегодня определяющей развитие микропроцессоров – базового элемента всей компьютерной техники.

Успех Кремниевой долины был достигнут благодаря технологическому прорыву, осуществленному приведенной В.Шокли в Калифорнию талантливой командой инженеров и исследователей, обеспечивших лидерство в уже бурно развивающейся, несущей революционные изменения в экономике и обществе полупроводниковой промышленности. Уже в 1970 году в Кремниевой долине было 43, а в 1985 году – 126 полупроводниковых компаний. Конечно, в бурном развитии полупроводниковых и в целом информационных технологий огромную роль играли калифорнийские университеты – и в подготовке кадров, и в создании благоприятного исследовательского и предпринимательского климата. Замечу, что только в трех вузах: Стэнфордском университете, Калифорнийском университете в Беркли и Калифорнийском технологическом институте в Пасадене 44 профессора стали лауреатами Нобелевской премии в различных областях науки.

Роль государства в этом, как теперь принято говорить, проекте, состояла прежде всего в том, что исследования, разработки и продукция на их основе

были востребованы Пентагоном и НАСА. Две приоритетные военные программы сыграли при этом решающую роль – подготовка полета космического корабля "Аполлон" на Луну и разработка ракеты "Минитмен". Использование кремниевых чипов в этих программах стало стартом их широкого коммерческого применения.

Значит, роль государства – в создании эффективного спроса. Ведь исследования и разработки часто довольно дороги, на ранних стадиях продукты несовершенны и не могут конкурировать на рынке. Им необходима стратегическая поддержка, путем создания спроса. Я думаю, именно такая поддержка государства в значительной степени и определила успех Кремниевой долины.

В СССР очень быстро оценили роль полупроводниковой электроники, открытие транзистора и создание первых ИС. Сейчас уже мало кто помнит, что в 1949 году промышленное производство точечных транзисторов было всего в двух странах – в СССР и США. И создание Зеленограда – а постановление правительства об этом вышло в начале 1962 года – было для того времени и для наших условий блестящим ответом на Кремниевую долину. Причем Зеленоград создавался с существенно меньшими затратами.

Дальше наступили 1990-е годы. Я прекрасно помню, как в середине 1980-х годов Владислав Григорьевич Колесников, министр МЭП, на одном из совещаний сказал мне: "Жорес Иванович, я сегодня проснулся в холодном поту. Мне приснилось, что "Планара" нет. А если нет "Планара" – нет электронной промышленности СССР". "Планар" – это фирма, созданная в Минске, которая позволила со значительно меньшими затратами создавать современное фотолитографическое оборудование, прежде всего – степперы. "Планара" не стало. И электронная промышленность, которая была во всех республиках СССР, сегодня сохранилась только в России и в Белоруссии. В середине 1980-х годов при всех трудностях,

при очень ограниченных применениях основной топологический размер кремниевых ИС и у нас, и за рубежом был примерно одинаков, или просто один и тот же. Сегодня у нас есть кремниевая технология уровня 180 нм, начинается освоение 90 нм. Но ведь за рубежом – 32 нм у Intel и 45 нм – у целого ряда фирм.

Второй столп, на котором развивается электроника, вся оптоэлектроника, быстрая электроника – полупроводниковые гетероструктуры. И при абсолютном научном приоритете нашей страны, а иногда и более раннем опытным промышленном производстве, эти технологии в 1990-е годы стали широко применяться в телекоммуникациях, в мобильной телефонии, в СВЧ-технологиях, когда у нас все рухнуло. За последние 20 лет никаких особо крупных научных идей в области полупроводниковой электроники не появилось. Квантово-размерные системы, низкоразмерный электронный газ – все это родилось намного раньше. Но два последних десятилетия стали временем бурного расцвета технологий. И мы потеряли эти 20 лет.

Сейчас уже мало кто помнит, что в 1949 году промышленное производство точечных транзисторов было всего в двух странах – в СССР и США

Сегодня информационные технологии, базирующиеся прежде всего на электронной компонентной базе, – это основа не только технологического, но и социального развития общества. Они в целом определяют развитие страны. Мы многое упустили и в 1970-е, и в 1980-е годы. Но сегодня для того, чтобы страна была в норме, информационные технологии должны стать абсолютным приоритетом в нашем развитии.

Да, на это нужно тратить много средств. Электроника может развиваться только при очень больших инвестициях. И государственная задача –

прежде всего создавать эффективный спрос, чтобы наши исследования, разработки и продукция были обязательно востребованы. За счет чисто рыночных механизмов эту задачу не решить.

**"Сколково" – это не территория,
а определенная идеология научно-
технологического развития наиболее
важных, прорывных направлений**

С моей точки зрения, "Сколково" – это не территория, а определенная идеология научно-технологического развития наиболее важных, прорывных направлений. Я решил поддерживать проект "Сколково" и практически сразу же принял предложение быть сопредседателем научно-консультативного совета Фонда "Сколково", поскольку считаю, что в России сегодня в целом нет более важной задачи, чем возрождение промышленности высоких технологий. Если этого не произойдет, если мы эту задачу не решим, то страна останется на обочине мирового развития. Нужно использовать все возможности – все, что у нас осталось, все, что развивается, – в Зеленограде, на ряде сохранившихся и развивающихся предприятий электронной промышленности, в академических лабораториях. Проект "Сколково" ни в коем случае не должен мешать, а напротив – помогать развитию наших научно-исследовательских центров. В том числе и таких, как Зеленоград. Все, что осталось и развивается в Зеленограде, должно получить поддержку.

В Сколково предполагается создать новый тип университета – технологический университет, только с аспирантурой и магистратурой. Аналогично созданному мной в Санкт-Петербурге Академическому университету. Но этот университет будет обладать значительно большими возможностями и должен помогать развиваться таким признанным вузам, как Московский физико-технический институт, Московский институт электронной тех-

ники, Академический университет в Санкт-Петербурге, Новосибирский государственный университет. Для этого важна идейная основа. Изначально предполагалось, что основным партнером университета будет Массачусетский технологический институт. Но на научно-консультативном совете удалось доказать, что мы должны развивать университет на основе сотрудничества прежде всего с российскими вузами и научными организациями, равно как и с зарубежными университетами. Но не с одним институциональным партнером.

Одной из компонент реального развития университета нового типа станут учебно-исследовательские центры, которые начинают формироваться уже сейчас. И предложение об их создании – это одновременно и предложение от наших научных, исследовательских и технологических организаций. В них должна быть заложена как образовательная компонента, так и технологические исследования по прорывным направлениям.

Наш научно-консультативный совет отметил, что в предложениях кластера информационных технологий Фонда "Сколково" не получила достаточно серьезного отражения непосредственно компонентная база, особенно в области фотоники и оптоэлектроники, все то новое, что рождается сегодня. Чрезвычайно важно найти, своевременно поддержать и активизировать работы по тем прорывным направлениям, по которым мы можем реально выйти вперед. По тем направлениям, от которых зависят принципиальные вопросы развития ЭКБ. Так, одна из принципиальных компонент, которая не находит решения уже десятилетия, – это проблема межсоединений в кремниевых ИС. Здесь определенные возможности открывают альтернативные подходы, в том числе оптические, а также связанные с применением других материалов.

Не было бы никакого успеха в Кремниевой долине США, если бы там не появились прорывные технологии. Точно

так же мы "не догоним и не обгоним", если не сможем, догоняя, уходить вперед. Используя сложившееся десятилетиями сотрудничество академических лабораторий, вузов и того, что еще осталось от электронной промышленности, нужно придумать, догадаться, найти варианты, где и как это можно сделать.

Я не буду перечислять конкретные идеи, скажу лишь – в нынешних условиях особо важную роль будет играть применение электронных компонентов в биологии и медицине. Биомедицинские разработки и исследования вместе с разработками электронных компонентов имеют блестящие рыночные перспективы, если только они сделаны должным образом. Не случайно за рубежом как грибы растут физические, полупроводниковые лаборатории и центры для медицинских применений. И мы этим должны заниматься. Здесь кластеры биомедицинских и информационных технологий, а в будущем – и технологический университет должны работать очень тесно. И это должно всемерно поощряться.

Важно не утратить взаимодействия Фонда "Сколково" и Российской академии наук. Мы подписали партнерские соглашения между Фондом "Сколково" и 40 институтами РАН, сейчас принимается решение о создании в академических институтах международных лабораторий с финансовой поддержкой и оборудованием. Академия наук в России, безусловно, является единственной более-менее сохранившейся научной базой, пусть и с потерями. И развивать научные исследования в вузах следует, прежде всего, с использованием потенциала академических институтов. Развивать науку нужно и в Академии, и в университетах.

В целом, электронная отрасль страны с 1990-х годов понесла немалые потери. Но мы живем в той стране, в которой живем. И сегодня должны использовать наши профессиональные знания для развития полупроводниковых технологий, полупроводниковой электроники, науки в нашей стране. Во благо России. ●