

Нанотехнологии - догонять или уходить вперед?

Академик Олег Фиговский - глава департамента науки, технологий и образования Альянса Народов Мира

*Я неоднократно публиковал свои анализы состояния дел в российских нанотехнологиях, но никогда не получал ответа от ведущих российских специалистов, кроме «странного» ответа от Роснано. «Страна не может жить по Фиговскому, Россия живет по Медведеву-Путину», – заявил заместитель директора департамента программ стимулирования спроса государственной корпорации «Роснано» **Артем Хрюкин**, комментируя жесткую критику госкорпорации со стороны профессора **Олега Фиговского**, передает корреспондент UA REGNUM. «Еще хотелось бы отметить, что практически все современные технологии основаны на научных открытиях конца 1960-х – начала 1970-х годов. Не зная об этом профессор Фиговский не может», – заканчивает господин Хрюкин. Как говорится, комментарии излишни.*

- Однако, как недавно отмечалось на **конгрессе производителей наноиндустрии**, вклад непосредственно портфельных компаний Роснано в общий объем индустрии не так уж и велик. Судите сами – по данным Росстата, общий объем продаж товаров и продукции, созданной с применением нанотехнологий, составил 152 млрд. рублей, из которых на долю портфельных компаний Роснано пришлось почти 11 млрд. рублей (там есть нюанс – но именно к продукции нанотехнологий относится лишь менее 30%).

Как пишет **Владислав Гуревич**, аналитик МГУ им. Ломоносова, эксперты западных аналитических центров, соглашаясь с тем, что успешное развитие нанопроектов в России – это путь к ее совершенно иной роли на международной арене, однако видят много препятствий, не позволяющих воплотить далеко идущие идеи в жизнь.

- По мнению аналитиков, Россия в техническом плане не обладает достаточным потенциалом для реализации прорывных программ. Несмотря на крупные финансовые вливания в создание нанотехнологической инфраструктуры, к 2021 году России не удалось выйти в международные лидеры по темпам развития нанотехнологий. Основная причина – нехватка опытных специалистов и недостаточная оснащенность научно-исследовательских центров. Эти же проблемы послужат главным сдерживающим фактором для России в ее стремлении занять ведущее место среди стран с наиболее развитой нанотехнологической инфраструктурой. Для эффективного развития наноиндустрии не менее значимым плюсом является вовлеченность частного бизнеса в процесс ее коммерциализации, однако и здесь наблюдается множество препон, обусловленных как экономическими факторами, так и негибкостью законодательных норм.

Уровень коммерциализации нанотехнологий, то есть цель, обозначенная российскими властями в Стратегии-2020, остается низким. По количеству запатентованных результатов научной деятельности Российская Федерация занимает лишь шестнадцатое место в мире (0.2% от общемирового уровня), отставая от КНР и Южной Кореи. Объем государственных инвестиций в нанотехнологии составляет более 80%. По этой причине намерения российского правительства способствовать коммерциализации нанопроизводства были встречены за рубежом с изрядной долей скепсиса, поскольку даже частные компании придерживаются методов работы, свойственных больше государственным предприятиям. Этого мнения придерживаются, к примеру, представители ведущей британской компании **Oxford instruments**.

- Как дополнительный аргумент в пользу того, что нанотехнологический рывок в России – дело далекого будущего, ссылаются на мнение международной организации **Transparency International** об уровне коррумпированности российского государства, хотя известно, что оценки данной организации не лишены предубеждений.

На фоне недостаточно развитой инфраструктуры, особенно по сравнению с Японией, США и странами Евросоюза, эти данные позволяют прийти к выводу, что в ближайшее время Россия не превратится в чемпиона нанотехнологий.

- Сравнение общего числа специалистов, задействованных в области теоретических научных разработок в США и России тоже не в пользу последней. На 2021 г. их количество в России составляло менее 10% от числа специалистов в США; по данным на 2021 год, объем частного финансирования нанотехнологий был невысок, иностранный капитал взирал на российский рынок с опаской, выражая неуверенность в возможности реализации долгосрочных проектов. Кроме того, спрос на нанопродукцию на внутреннем рынке тоже скромный и не в состоянии подстегнуть наноиндустрию к более активному развитию.

По мнению известного Российского физика **Станислав Ордина** ничего нового в области нанотехнологий в России не делается, т.к. господствуют (большие) на НАНО распределяются не по научной значимости проектов, а по кумовству между «окультуренными варварами», которые просто уверены (так как они «образованные»), что ничего путного в России сделано и быть не может!

- Выродившаяся еще в советское время околонучная бюрократия и в академии наук, и в оборонке, сокращала в тяжелые времена реальных научных сотрудников, а себя сохранила, как самое «ценное» в науке и технике. Но она никогда и не имела своих идей, и даже воспользоваться с умом идеями сокращенных «ненужных» научных сотрудников не может физически.

Владимир Юрицкий считает, что это наша беда, что нанотехнологии в России скатились до уровня междоусобицы между спецами и ушли в темноту распыления между обывателями. А эти самые обыватели, по сути, должны стать основными потребителями продуктов наноиндустрии и главными инвесторами производителей наноиндустрии, выстраиваясь в очередь за желанным товаром. Но чтобы товар желанным стал, его надо возжелать. А кто возжелает то, про что никто толком не знает ничего, кроме Путина, которому что-то там порой показывают и о чем-то иногда докладывают.

Валентин Кудров, профессор НИУ ВШЭ отмечает: «Все это очень странно и не вяжется с объективными реалиями. Да, прирост ВВП России в 2012 году составил 3.6%, в США лишь 2.5%, а в Западной Европе и того меньше – всего около 1%. Однако это лишь чисто количественный и поверхностный показатель. Надо заглянуть вглубь. А в глубине, то есть на деле, реальная оценка оказывается иной.

- **Во-первых**, объем российского ВВП только в 2012 году превысил уровень 1989 года, после которого началось его снижение более, чем на 40%, и лишь с 2000 года наш ВВП стал расти. За это время ВВП стран Запада заметно превысил уровень 1989 года, несмотря на снижение в 2009 – 2012 годах.
- **Во-вторых**, несмотря на значительный рост нашего ВВП в 2000–2012 годах, рост в обрабатывающей промышленности был заметно ниже. Объемы производства в ней, прежде всего в машиностроении, еще не достигли уровня 1989 года. Импорт машин и оборудования достиг 48% от общего объема нашего импорта. Страна превратилась в малоразвитую в индустриальном отношении.
- **В-третьих**, по производству высокотехнологичной и инновационной продукции Россия сегодня существенно отстает от самых развитых стран мира, несмотря на то, что удельный вес военно-промышленного комплекса в ВВП у нас, как правило,

выше, чем у этих стран. Доля России в общем объеме мирового рынка высокотехнологичной продукции составляет менее 0.3%. Это говорит о том, что российская модель рыночной экономики незрелая, она не содержит в себе современный конкурентный механизм, реально стимулирующий инновации.

- **В-четвертых**, согласно рейтинговым оценкам, Россия занимает 73-е место из числа более 130 стран по показателю конкурентоспособности. Это ниже уровня Китая, Польши, прибалтийских стран.
- **В-пятых**, важно обратить внимание на необходимость повышения уровня ее эффективности, то есть производительности всех факторов производства – труда, капитала, сырья, научно-технического прогресса. Производительность нашей экономики низкая, и по этому показателю она все более отстает от развитых стран. Там экономический кризис стимулирует рост экономики. Падение производства и рост безработицы через рыночные механизмы стимулируют замену устаревшей техники на новую, низкокачественной рабочей силы новыми, более молодыми и лучше подготовленными сотрудниками. Причем делается это тихо и незаметно, но по прошествии кризисной фазы дает бурный положительный эффект».

Далее, **Валентин Кудров** замечает: «Современная российская общественная система – это странная смесь социализма и капитализма, это сидение между двух стульев. Понятно, что Россия – внутренне расколота страна, такой она бывала много раз в своей истории. Но нашему руководству нужно сделать правильный выбор дальнейшего пути. Иначе страна сойдет с исторической арены. Сегодня на Западе уже называют Россию не только второстепенной, но и третьестепенной страной. Наше черное золото – нефть – все более явно становится черным злом, мешающим научно-техническому прогрессу, подъему экономики, повышению ее качества».

- Не менее острой остается и проблема образования в России. С принятием закона «Об образовании» его следствием станет дальнейшее уничтожение российского образования, узаконенный отказ от всех социальных обязательств государства по отношению к школьникам, студентам и преподавателям.

Так **Наталья Гребенщикова** пишет, что «закон «Об образовании» с самого начала вызвал шквал критики. Работа над ним продолжалась три года, и все это время в законопроект вносились поправки и исправления. И многие из них делали его лучше.

- **По словам зампреда думского Комитета по образованию Олега Смолина, пока руководство думского Комитета не повстречалось с руководством правительства. После этого, множество необходимых поправок было отклонено. Кое-что удалось все-таки протолкнуть в закон. Например, положение о том, что средняя зарплата педагогических работников должна быть не ниже средней по региону (сейчас это семьдесят, а не сто процентов). И это должно быть заложено в норматив финансирования. Но такую зарплату получают лишь школьные учителя. Ни педагогов дополнительного образования, ни вузовских преподавателей поправка не коснется. Между тем, по указу президента от 7 мая, зарплата вузовских преподавателей должна быть не ниже средней по региону (правда, лишь к 2021 году). Но, по мнению **Олега Смолина, самый главный, идейный просчет заключается в том, что закон говорит о заработной плате, а надо – о ставке педагога. То есть, за ставку в 18 часов в неделю, преподаватель должен получать не меньше средней зарплаты по региону (ведь все знают, что большинство работает на полторы-две ставки). Иначе работу на две ставки и сочтут увеличением зарплаты.**

Не прошла поправка про деньги. Ее автор – **Олег Смолин** – сказал: «Сейчас финансирование образования в России – 4.1%. В следующем году оно планируется на уровне 4.2%. То есть, с учетом инфляции финансирование останется на прежнем уровне. Между тем, даже комиссия Общественной Палаты, возглавляемая Ярославом Кузьминовым, признает, что финансирование образования в России составляет половину

от минимальной потребности. Никто в мире не осуществлял успешной модернизации в этой отрасли меньше, чем на 7% от валового внутреннего продукта. Например, Бразилия к 2020-му году, предполагает увеличить расходы на образование до 10% от ВВП. «Мы не просим 10%, мы просим столько, без чего нельзя модернизироваться». С экономией связано и уменьшение числа бюджетных студентов. В пока еще действующем законе на 10 тысяч населения приходится 170 студентов, обучающихся на бюджете. А после внесения поправки в новый закон (800 студентов на 10 тысяч молодого населения) за три-пять лет бюджетников станет примерно на 700 тысяч меньше».

А в это время в Израиле сотрудничество между министерством просвещения Израиля и школами ОРТ, а также особый упор на развитие изучения технологий и наук, сделанный министром образования и министерством, принесло свои плоды: были разработаны инновационные учебные программы, по которым сегодня ведется обучение не только в школах ОРТ, но и в системе образования в целом, сообщила пресс-служба минпроса Израиля.

- Последние 4 года сеть «ОРТ Израиль» предоставляет разнообразные образовательные услуги странам Европы и США, являясь первым израильским экспортером в области научно-технического образования: разрабатывает учебные программы, создает практические лаборатории, осуществляет переподготовку учителей (в Израиле и в США), которым впоследствии оказывается поддержка и сопровождение, создает учебные материалы и инновационные методики преподавания наук и технологий, в том числе и в сети Интернет. Обучение строится на основе таких областей знаний, как нанотехнологии, биоэлектроника, нейронные сети и создание искусственного интеллекта.

Каждый проект – это 90-часовой курс обучения, акцент в котором делается на решение задач, работу в группе и применение научных принципов и теорий на практике, в ходе экспериментов и в рамках работы над проектами, выполняемой и школьниками, и преподавателями. Речь идет о проектах по развитию и внедрению учебных программ по биомедицине и инженерным наукам в 30 еврейских школах США и проектах, реализуемых в Европе, в сфере нанотехнологий: их достоинств и недостатков, возможностей применения и рисков, путей внедрения, исследования европейского рынка труда в этой сфере и т.д. Часть из этих проектов ориентирована на учащихся средних и старших классов, а часть – для более широкой аудитории. И не случайно, что в рейтинге мировых центров высоких технологий, Тель – Авив занял второе место в мире после Кремниевой долины в Калифорнии. Здесь второе по абсолютному показателю количество **Start-Up – компаний**. В развитых странах мира – США, Великобритании, Австралии, даже в Японии, а в последнее время – и в Китае, очередь на приобретение израильских компаний сферы **High Tech**.

- Иностранные инвесторы охотно вкладывают средства в их приобретение – эти капиталовложения оправдывают себя в условиях бурно развивающихся технологий в мире. Подобную информацию огласила международная исследовательская группа Startup Genome совместно с телекоммуникационной компанией Telephonic Digital. Опрос был проведен среди 50 тысяч предпринимателей, работающих с информационной базой онлайн-системы Startup Compass. Интересную инициативу выдвинуло правительство Китая, которое назвало свой проект «Тысяча талантов». В нем предусмотрены две схемы, которые распространяются на ученых всего мира. Согласно первой, ученый, создающий лабораторию, обязательно проводит 3 месяца в Китае. Вторая схема требует присутствия руководителя в Китае на протяжении 9 месяцев. Можно переходить из «схемы 1» в «схему 2» – то есть вместо 3 месяцев жить в Китае 9 месяцев, но обратная рокировка невозможна.
- **Уступает Россия и в патентовании нанотехнологий.** Согласно статистике Роспатента, начиная с 2008 года, стало резко увеличиваться число российских патентов, выданных зарубежным заявителям на изобретения, сделанные на их территории. При этом рост количества патентов РФ российских заявителей остался

на прежнем уровне. Патентные форумы Торгово-промышленной палаты РФ начинались докладами «Патентная катастрофа России – диагноз или некролог?» В настоящее время ежегодное уменьшение числа российских изобретений по отношению к зарубежным, защищенным патентами РФ, составляет 20%. По некоторым высокотехнологичным направлениям, например, бионанотехнологии и цифровой обработке изображений, число зарубежных изобретений превысило 50% от общего числа, зарегистрированных в России.

Как справедливо отмечает патентовед **Д.Ю. Соколов**, согласно международным и российским законам, зарубежные патентодержатели могут запрещать российским фирмам производить и продавать свою продукцию, т.к. эти фирмы, не занимаясь патентованием своих изобретений, могут и не знать, что на их продукцию уже получены патенты. Причем со вступлением России в ВТО для наших бизнесменов эта ситуация может только усугубиться. Таким образом, продукция nanoиндустрии может оказаться в зоне особого риска с точки зрения патентной защищенности.

- Израиль вносит ощутимый вклад в развитие нанотехнологий, как в самом Израиле, так и за рубежом. В процессе обучения не только рассматриваются технологические и фундаментальные аспекты нанотехнологий, но и уделяется достаточное внимание рискам нанотехнологий.

Например, вдыхание длинных многослойных углеродных нанотрубок может причинить такой же вред здоровью, как вдыхание асбеста. В **центре по исследованиям воспалительных заболеваний при Эдинбургском университете (MRC Center for Inflammation Research)** выявили, что углеродные нанотрубки вызывают такие же проблемы с дыханием и способны спровоцировать такую же опасную и редкую форму рака – мезотелиому, неизлечимое поражение легочной плевры, которое может проявиться через 30–40 лет после вдыхания асбеста. Особенно опасными могут быть многослойные нанотрубки, составленные из нескольких цилиндрических слоев, потому что такие структуры особенно хорошо сохраняют свою форму и острые края. Есть риск, что с нанотрубками повторится та же история, что и с асбестом; это настолько уникальный материал, что корпорациям исключительно выгодно внедрить его как можно быстрее. Никто не будет проводить многолетние клинические испытания, тем более, если первые жертвы со смертельным исходом появятся только через 30–40 лет.

- Здесь важно отметить, что нанотехнологии это не только использование нанотрубок, но и освоение метода создания наноструктур в процессе формирования новых композиционных материалов, как с использованием, например, золь-гель процессов или метода SDP (Super-deep penetration), которые успешно развиваются в Израиле международным исследовательским центром Polymate.

Ученые **Технического университета Эйндховена** (Нидерланды), и **Политехнического университета Гонконга** провели очень примечательные исследования, результатом которых стал полимер, обладающий уникальными свойствами. Если пропитать им хлопок, то последний сможет впитывать влагу из воздуха, удерживая воды в три с половиной раза больше собственного веса. Самое интересное начинается, когда впитавший воду хлопок нагревается до 34 градусов по Цельсию. Полимер меняет свою структуру с пористой на плотную, выталкивая впитанную влагу. С применением данной технологии можно сделать бесшумный и экономичный осушитель помещений или абсорбент многократного применения. Наибольшую пользу она принесет там, где имеется недостаток пресной воды. В пустынях или в засушливых областях можно забирать воду из ночного тумана, используя ее далее по своему усмотрению. Используемые материалы недорогие и нет причин, тормозящих начало массового производства. Сейчас разработчики трудятся над возможностью изменения температуры отдачи воды и совершенствованием впитывающей способности полимера.

- Физики создали особый наноматериал на основе микрокристаллов кубического нитрида бора, превосходящий по твердости и другим качествам алмазы, что позволит применять его для резки тех материалов, с которыми не справляются лучшие алмазные резцы. Кубический нитрид бора (сBN), или эльбор, представляет собой соединение атомов азота и бора, объединенных в особые «кубические» кристаллы. Данный материал уступает по твердости только алмазу, а по многим другим параметрам превосходит его. Порошок из кристаллов эльбора широко используется в качестве абразивного покрытия для промышленных станков, а крупные кристаллы – в качестве основы для резцов. Группа физиков под руководством **Юнцзюня Тяня (Yongjun Tian)** из университета Яньшаня в городе Циньхуандао (Китай) смогла превратить кристаллы эльбора в наноматериал, превосходящий по твердости алмаз, экспериментируя с наночастицами из нитрида бора. Как объясняют физики, чем меньше частицы эльбора, тем тверже будет наноматериал, собранный из спрессованных частиц этого вещества. На настоящий момент физикам удалось создать материал на основе его в наночастиц размером в 14 нанометров, что позволило нитриду бора вплотную приблизиться к алмазам. Дальнейшее увеличение твердости затруднено тем, что меньшие наночастицы плохо «склеиваются» друг с другом из-за аномалий, которые появляются на гранях склеиваемых кристаллов. Тянь и его коллеги нашли способ преодолеть эту проблему, используя в качестве исходного сырья не кубический нитрид бора, а его «луковичную» разновидность. Кристаллы этой разновидности BN представляют собой сферические микрочастицы, с «ямками» и «холмами» на их поверхности, которые делают их похожими на луковицы. Успешно синтезировав наноматериал, ученые проверили его на прочность, попытавшись разломать его кристаллы при помощи высокого давления. Оказалось, что новый вид кубического нитрида бора превосходит по прочности алмаз.

Так, для его деформации необходимо давление, превышающее 108 гигапаскаль, что несколько больше аналогичного показателя для синтетических алмазов – 100 гигапаскаль. Этот материал на основе нитрида бора имеет и несколько других преимуществ по сравнению с алмазами. В частности, он дешевле алмазов и может выдерживать нагрев до температур в 1.3 тысячи градусов Цельсия в присутствии кислорода без заметного ухудшения свойств. Как полагают исследователи, их детище может не только использоваться в качестве абразивного материала, но и в роли покрытия режущих инструментов. В пользу этого говорит то, что данный наноматериал на 27% лучше сопротивляется изломам, чем карбид вольфрама (победитовый сплав), широко используемый в производстве металлообрабатывающего инструмента.

- Инженеры из **Массачусетского технологического университета** разработали новую полимерную пленку, которая генерирует электроэнергию за счет вездесущего источника – водного пара. Новый материал способен менять форму после поглощения небольшого количества испаренной воды, неоднократно сгибаясь и разгибаясь. Использование данного непрерывного движения способно управлять движением автоматизированных членов или генерировать электричество в объеме, достаточном для питания микро- и нанoeлектронных устройств, таких, как экологические датчики.

«В датчике, который питается батарейками, периодически приходится заменять разрядившиеся элементы питания новыми. Если же есть устройство, собирающее энергию из окружающей среды, то проблема со сменой элементов питания практически нейтрализуется», – сказал **Минг Минг Ма**, ученый MIT. «Мы ожидаем, что благодаря достижению еще более высокой эффективности в преобразовании механической энергии в электричество, данный материал найдет еще более широкое применение», – отметил профессор Роберт Ланджер, научный руководитель этой разработки. Возможно, он будет также использоваться в массивных генераторах, приводимых в действие водяным паром, или в самых маленьких генераторах для питания портативной электроники.

- Исследователи из Мичиганского университета создали нанопокрывание, от поверхности которого отталкиваются практически все жидкости. Созданный материал, на 95% состоящий из воздуха, получил название «суперомнифобное» покрытие. Нанопокрывание состоит из частиц полидиметилсилоксана (PDMS) и устойчивых к воздействию жидкостей нанокубиков, содержащих углерод, фтор, кремний, кислород. Покрытие наносится на поверхность с применением техники, известной как электропрядение, которая предполагает использование электрических зарядов для создания мелких прочных частиц из жидких растворов. Благодаря этим прочным частицам пористая структура поверхности словно обволакивается, создается прочная сетка. Этот процесс подобен тому, что можно наблюдать у листочков лотоса: благодаря тому, что их поверхность покрыта очень тонкими волосками, образуется специальная прослойка, которая на 95–99% состоит из воздуха; поэтому, когда жидкость контактирует с поверхностью, она не касается основы.
- Руководитель исследования, **Аниш Тутея (Anish Tuteja)**, в частности, поясняет: «Обычно, когда два материала сближаются друг с другом, они подают положительный или отрицательный заряды, а когда жидкость контактирует с твердой поверхностью, она начинает по ней растекаться. Мы смогли значительно сократить процесс взаимодействия между поверхностью и жидкостью». Капли начинают взаимодействовать только на уровне своих молекул, поскольку недостаточно места для взаимодействия с поверхностью. В результате капли способны сохранить сферическую форму и буквально отскакивают от обработанной поверхности. И только два вещества оказались способны смочить покрытие; оба относятся к хлорфторуглеродам, используемым как хладагенты.
- Ученым из **Техасского университета в Остине (США)** удалось разработать метод, который позволяет получать высокопроизводительные, гибкие интегральные схемы, используя лишь стандартное оборудование и материалы, которые применяются для изготовления традиционных чипов. Прежде, чтобы получить гибкие схемы, исследователи часто прибегали к совершенно новым для полупроводниковой промышленности материалам, таким, как полупроводящие полимеры или неорганические нанопровода. Другие научные группы пытались, используя новые приемы в работе с привычным поликристаллическим кремнием, или же осаждали разные формы кремния на гибкие пластиковые подложки. Ученые попробовали найти удобный и экономически целесообразный способ, позволяющий нарезать обычные кремниевые подложки («вафли») на еще более тонкие листы, которые в силу своей «худобы» обретают гибкость, предложив начать с нанесения желаемого «рисунка» интегральной схемы на поверхность стандартной 200-миллиметровой кремниевой пластины, используя «старые» производственные линии. Толщина таких пластин – около 600–700 мкм, гибким же кремний становится при толщине порядка нескольких десятков микрон. Именно такой слой с уже нанесенным на него «рисунком» и нужно отделять от остальной подложки. Сделать это удалось весьма оригинальным способом. Подложку с подготовленным «рисунком» гальванически покрыли тонким 50–100-микронным слоем никеля. Затем полученную металлизированную подложку нагрели до 100°C.

При нагревании кремний и никель расширяются с разными скоростями, что приводит к стрессу, которому подвергается кремний. В результате на краях подложки, в 20–30 мкм от широкой плоскости, возникает разлом (помогает нанесенный на широкую поверхность рисунок схемы, снижающий сопротивление материала в верхних слоях). Используя очень тонкую проволоку, разлом углубляется сквозь весь объем подложки. Процесс можно сравнить с нарезанием струной тонких кусочков сыра. После удаления никеля (возможно, в кислом растворе) остается тонкий и гибкий кремниевый лист с заранее нанесенным «рисунком» интегральной схемы. Эта технология сразу же была одобрена производителями полупроводниковых микросхем. Так, нанотехкомпания SVTC (США) опробовала методику для создания многослойных трехмерных чипов (напомним, что это позволяет получить большую вычислительную мощь на меньшей площади кристалла).

- Исследователи из **университета Буффало** изготовили сферические кремниевые наночастицы, которые в случае контакта с обычной водой становятся источником водорода, являющегося топливом для водородных топливных элементов, вырабатывающих электрическую энергию. Согласно проведенным исследованиям и экспериментам, скорость производства водорода зависит от размеров кремниевых наночастиц. Частицы, диаметром 10 нанометров, вырабатывали один и тот же объем водорода в тысячу раз быстрее, чем кристаллический кремний, и в 150 раз быстрее, чем частицы диаметром 100 нанометров. Такие «скоростные» свойства мелких наночастиц позволят создать генераторы водорода, которые будут вырабатывать количество газа, точно соответствующее его расходу топливным элементом.

«Уже давно известно, что водород можно быстро получать от реакции воды и кремния, который является одним из самых распространенных химических элементов на земном шаре», – рассказывает **Фолэрин Эрогбогбо (Folarin Erogbogbo)**, один из исследователей, – «Водород сейчас рассматривается как основной кандидат на роль топлива будущего, но в настоящее время проблема безопасного хранения водорода стоит очень остро, и еще не найдено ни одного подходящего решения. Использование кремниевых наночастиц позволит избавиться от необходимости хранения водорода, вырабатывая его по необходимости, что позволит внедрять водородную энергетику в некоторых областях уже прямо сейчас». «Эта технология, к которой как нельзя лучше подходит слоган «только добавь воды», является идеальным вариантом для создания малогабаритных источников питания портативных электронных устройств», – утверждает **Парас Прасад (Paras Prasad)**, исследователь из университета Буффало. Эта технология может найти применение в ситуациях, когда мобильность, малые габариты и вес более важны, нежели стоимость. К примеру, в научных экспедициях и при проведении военных операций.

- Исследователи из США создали первый крупный массив оптических наноантенн на кремниевом чипе. Созданная структура может генерировать предопределенные шаблоны электромагнитных волн, которые могут быть полезны в самых разнообразных практических применениях, от трехмерных голографических дисплеев до передовых медицинских систем отображения состояния биологических тканей. Джи Сунн и его коллеги из Массачусетского технологического института создали антенную фазовую решетку, состоящую из 4096 крошечных антенн, изготовленных на поверхности кремниевого чипа. Конструкция представляет собой массив, содержащий 64 на 64 антенных блока, каждый из которых имеет размеры около 9 на 9 мкм. Такая решетка позволила им управлять соответствующим образом формой излучаемого потока света и, комбинируя свет от каждой антенны, ни составили изображение эмблемы Массачусетского технологического института. Исследователям удалось создать решетку, матрицу 64 на 64 элемента, состоящую из идентичных крошечных квадратных антенн, размерами 9 микрон (0.009 мм). Все антенны этой решетки изготовлены из кремния и соединены между собой кремниевыми проводниками. Но эти проводники не являются проводниками электрического тока, они являются своего рода волноводами, микроскопическими каналами, по которым к антеннам подается свет от внешнего источника, лазера.

Вышеприведенные новейшие разработки выполнены практически все в лабораториях университетов, что показывает большую эффективность проведения в них прорывных исследований, чем в российских академических институтах.

- Хотя один из главных элементов инновационной стратегии Сингапура – массовая покупка талантов из-за рубежа, в долгосрочном плане главные идеологи страны прежде всего рассчитывают на собственные научные и инженерные кадры. Один из руководителей инновационной политики Сингапура **Филипп Ио** говорит, что можно и нужно привлекать иностранных ученых и технологов, но при этом абсолютно необходимо выращивать и собственные кадры. Ещё с 2001 года по

инициативе **Филиппа Йо** была запущена специальная программа по подготовке тысячи Ph.D. На каждого аспиранта мы тратим миллион долларов, 50 процентов из которых идет на оплату обучения за рубежом. Когда все они вернуться обратно, они будут играть важную роль в науке и экономике страны. Моя идея состоит в том, что инновации идут именно от людей, а не от продуктов или разработок. Мы не вкладываем в инновации, мы инвестируем в людей.

Поиск таких людей для нас был и остается одной из самых серьезных проблем. Таких специалистов приходится искать практически по всему миру. Скажем, мы взяли на работу около сотни более опытных ученых – научных сотрудников, средний возраст которых составлял примерно 45–50 лет. Я рассчитываю, что они будут обучать наших более молодых и неподготовленных ребят. Для таких стран, как Россия и Казахстан, как считает Филипп Йо, необходимо запустить специальную программу для вундеркиндов, для самых одаренных детей. «Вместо специальных строительных проектов. Вы слишком много инвестируете в строительство и почти ничего не вкладываете в талантливых людей. Найдите средства, привлекайте, развивайте и выращивайте таланты».

- ***В науке следует не «догонять» проведенные ранее исследования, а пытаться найти новые идеи и доводить их до технологического уровня. Вероятно, настало время провести в России не большой нанотехнологический конгресс, а узкий симпозиум по прорывным направлениям, где можно было бы обсудить нетривиальные подходы к нанотехнологиям и определить те направления, где есть надежда быть впереди. Наука – не Олимпийские игры, где декларируется, что главное – это участие. Хотя реально и в спорте давно отошли от этого правила.***