

Академик Олег Фиговский,  
лауреат «2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award» (США)  
**Желающий ехать – быстрее уезжай,  
Желающий действовать – действуй**  
(этюд об инновациях и науке в Казахстане, России и мире)

*Посредственность озабочена тем,  
как бы убить время,  
а талант - как бы время использовать.*  
**Артур Шопенгауэр.**

Экономика России плавно падает вниз, одновременно происходит развал российской науки. Российское правительство, вступая в конфронтацию с Европой и США, ориентируется на Китай. Однако, как справедливо замечает главный редактор и владелец «Независимой газеты» Константин Ремчуков, «ориентация России на Китай сейчас столкнется с серьезной проблемой экономического роста в Китае, сокращением спроса на сырье, материалы. В том числе не только из России напрямую, но и из других стран, откуда Китай закупает. А также, как я уже сказал, на готовую продукцию для среднего класса. А это приведет, в свою очередь к тому, что спрос на сырье в целом в той же Германии, в той же Японии, чтобы готовить готовую продукцию, уменьшится».

Казахстан также испытывает большое внимание Китая, но пытается идти своим путем.

Казахстан, государство, которое, похоже, сумело найти оптимальный путь от республики бывшего Советского Союза к самостоятельному государству, с динамично развивающейся экономикой.

Экономист Владислав Иноземцев отмечает семь основных казахстанских уроков для России.

Первое. Казахстан, как и Россия, страна с сырьевой экономикой – и главный акцент там был сделан именно на развитие этого преимущества страны. В то время как в России годы проходили под привычные рассуждения о необходимости «слезания с сырьевой иглы», но при этом доля энергоносителей в экспорте росла с 40,9% в 1995 г. до 68,7% в 2014 г., казахстанские товарищи сосредоточили внимание на росте добычи сырья. В 2014 г. в стране добыли 2,4 раза больше цветных металлов, в 3 раза больше газа, в 3,3 раза больше нефти и в 15 раз больше урана, чем в 1990 г. В России рост добычи нефти за эти годы составил 3,5%, а добыча газа сократилась на 2,1%. При этом казахи поняли, что ключом к успеху является встроенность в международные бизнес-цепочки, и поэтому большое внимание было уделено привлечению инвесторов из-за рубежа. Сегодня частные компании с международным участием обеспечивают 60,2% добычи нефти и 53,2% – урана. Объем накопленных иностранных инвестиций составил на 1 января 2015 г. \$141,6 млрд, или 63% ВВП, пересчитанного по текущему обменному курсу (в России – 29% ВВП; при этом инвестиции из КНР в Казахстан в 10,5 раза превышают китайские вложения в Россию).

Второе. С самого начала реформ казахстанские власти определили стратегию развития страны – в направлении не только количественных, но и качественных показателей. Вместо того чтобы обижаться на Запад, как это часто делают в Москве, власти в Астане решили, что стране нужно подниматься вверх в глобальных индексах, повышать качество и транспарентность государственного управления, упрощать механизмы принятия и исполнения решений, развивать проектный принцип управления и ориентироваться на результат, а не на процесс. В итоге Казахстан в 2014 г. занимал 50-е место в глобальном индексе конкурентоспособности (против 61-го в 2005 г. и 66-го в 2009 г.). Правительство ориентировано не на «освоение средств», а на достижение результатов (в 2013–2014 гг. в стране построено 3300 км автомобильных и 1400 км железных дорог, тогда как в России – 1100 и 170 км соответственно).

Третье. Вместо шатаний от поддержки «национальных чемпионов» в области энергетики к «информатизации» и «инновациям» Казахстан сделал ставку на единственно возможный поступательный путь: сначала развиваем сырьевой сектор, затем проводим современную индустриализацию, потом задумываемся об инновационной экономике. Правительством поставлена цель к 2025 г. довести объем инвестиций с нынешних 19 до 30% ВВП, а долю несырьевого экспорта –

до 70%. Основным проводником этих перемен названы не государственные монополии, а малый и средний бизнес, доля которого в экономике должна составить не менее 50%.

Четвертое. Казахстан пока еще не строит «экономику знаний» в том виде, как она существует на Западе, но правительство совершенно правильно расставляет акценты в сфере образования и науки. В Стратегии-2050 говорится о том, что стране более всего необходим «трансферт передовых технологий и обучение специалистов для их использования» (а не импортозамещение или изобретение разного рода «велосипедов»); отмечается необходимость «гарантирования государством получения молодыми людьми *технического образования*».

Пятое. Правительство Казахстана реализовало, на мой взгляд, оптимальные для сырьевой экономики принципы организации финансов: если бюджет в конечном счете базируется на доходах от экспорта первичных товаров, налоговый пресс на экономику может быть ослаблен. Сейчас налог на прибыль в Казахстане составляет 15%, НДС – 12%, НДС – 10%, страховые платежи – 15% (в России эти цифры выше в 1,3, 1,5, 1,3 и 2,0 раза соответственно). Совокупная налоговая нагрузка в 2014 г. снизилась до 27,6% ВВП (в России – выросла до 36,9%).

Шестое. Казахстан давно следует курсу, который Россия пока даже не готова осмыслить: курсу осторожного сотрудничества с целым рядом более крупных игроков, чем он сам. Если с начала 2000-х гг. Москва ориентировалась то на Вашингтон, с которым «боролась с терроризмом», то на Берлин и Париж, с которыми «противостояла американской гегемонии», то на Пекин в своей обиде на Запад, Астана выстраивала ровные отношения с Вашингтоном, Москвой, Брюсселем и Пекином. Около 50% накопленных иностранных инвестиций – из разных стран ЕС; на США приходится почти 20%, на Китай – 8%. По словам того же Келимбетова, внешний товарооборот на 50% обеспечивается ЕС и только на 20% – Россией. Казахстан в 2014 г. председательствовал в ШОС, а в 2010 г. принимал саммит ОБСЕ. Он входит в Таможенный союз с Россией и Белоруссией, но вот уже год как позволяет въезжать на свою территорию без виз гражданам 20 стран, являющихся крупнейшими инвесторами в его экономику. Более того, в стране готовятся допустить на госслужбу иностранных граждан.

Седьмое. Казахстан готов эффективно использовать свои геополитические возможности. Следует напомнить, что пока в России ведут разговоры о новом транзитном пути из Китая в Европу через Ульяновск, ЦКАД и Белоруссию, Казахстан строит автомобильную трассу от Достыка к Актау и железнодорожную линию Жезказган – Бейнеу; согласно планам правительства пропускная способность станций Достык и Алтынколь будет к 2020 г. увеличена почти вдвое, с 22,7 млн до 45 млн т, а порта Актау – доведена как минимум до 22 млн т. Существует и обсуждается фантастический на первый взгляд проект моста через Каспий, объединяющего автомобильную и железную дороги, лежащие на основании, составленном из нефтяной и газовой труб.

В заключение Владислав Иноземцев повторяет, что сложно сказать, станет ли Казахстан «новым Сингапуром», – экономика, история и геополитическое положение двух государств слишком уж различны. Однако совершенно очевидно, что южный сосед России – это пример нового молодого государства, которое предлагает другим странам, появившимся на мировой арене 20–30 лет назад, крайне интересную парадигму развития – развития, основанного не на отторжении бывшей метрополии, а на сотрудничестве с ней, на сбалансированном развитии всех отраслей национальной экономики, на гарантировании своей безопасности через заинтересованное сотрудничество с самыми различными центрами силы, наконец, на интеграции в глобальную экономику и принятии ее норм, а не на попытках найти «самобытные» пути развития в условиях искусственной изоляции.

«Россия, на мой взгляд, пока не обращает должного внимания на своего развивающегося соседа. Мы слишком привыкли «учить великих», чтобы самим «учиться у маленьких». Однако по итогам 2015 г. огромная сырьевая Россия уступит маленькому индустриальному Сингапуру по объему своего экспорта. В каком году Россию обойдет Казахстан?», – задает риторический вопрос Владислав Иноземцев.

В своем послании к народу Казахстана президент Н.А. Назарбаев, в частности, говорит: «Человечество находится на пороге Третьей индустриальной революции, которая меняет само понятие производства. Технологические открытия кардинально меняют структуру и потребности мировых рынков. Мы живем уже в совершенно иной технологической реальности, нежели ранее.

Цифровые и нанотехнологии, робототехника, регенеративная медицина и многие другие достижения науки станут обыденной реальностью, трансформировав не только окружающую среду, но и самого человека.

Мы должны быть активными участниками этих процессов.

Необходимо также стимулировать частные компании вкладывать свои средства в исследования и инновации. Внедрение инноваций очень важно, но это не самоцель. Реальную выгоду страна будет получать только тогда, когда наши новые технологии будут иметь спрос, когда они будут востребованы на рынке. В противном случае инновация – это пустая трата денег.

Оставаясь крупным игроком на рынке углеводородного сырья, мы должны развивать производство альтернативных видов энергии, активно внедрять технологии, использующие энергию солнца и ветра. Все возможности для этого у нас есть. К 2050 году в стране на альтернативные и возобновляемые виды энергии должно приходиться не менее половины всего совокупного энергопотребления.

Мы должны перейти от простых поставок сырья к сотрудничеству в области переработки энергоресурсов и обмену новейшими технологиями.

Мы должны привлекать инвесторов только на условиях поставки в нашу страну самых современных технологий добычи и переработки. Мы должны разрешать инвесторам добывать и пользоваться нашим сырьем только в обмен на создание новейших производств на территории нашей страны.

Казахстан должен стать региональным магнитом для инвестиций. Наша страна должна стать самым привлекательным в Евразии местом для инвестиций и для трансферта технологий. Это принципиально важно. Мы должны показать инвесторам преимущества, которыми обладаем.

Нужно продолжить развитие двух ведущих инновационных кластеров – Назарбаев Университета и Парка инновационных технологий. Нам нужно ускоренно переходить к низкоуглеродной экономике.

Нам нужен трансферт необходимых стране технологий и обучение специалистов для их использования. ЕХРО-2017 должно дать толчок этому процессу и помочь нам отобрать новейшие технологии для развития энергетики будущего.

Кроме того, мы вполне можем активно участвовать в масштабных международных научно-исследовательских проектах. Это даст нам возможность интегрировать усилия наших ученых с зарубежным научно-исследовательским сообществом по стратегическим инновационным направлениям. Наша цель – стать частью глобальной технологической революции.

Выступая перед студентами университета, президент Казахстана Назарбаев декларировал: «Мы движемся к постиндустриальному миру, в котором правит триада «образование – наука – инновации».

Необходимо активизировать сотрудничество науки и бизнеса, о чем я говорю не первый год.

Следует приступить к созданию таких элементов инновационной инфраструктуры, как технопарк, бизнес-инкубатор, центр коммерциализации и трансферта технологий, венчурных фондов.

Необходимо продолжить работу по развитию исследовательских вузов в Казахстане, ибо в развитом мире большая часть инноваций приходится на университетскую науку и результаты работы офисов коммерциализации при университетах.

Министерству образования и науки необходимо серьезно заняться сохранением преемственности в нашей науке, чтобы она пополнялась молодежью. Это наш святой долг. Я радуюсь, что наша молодежь пошла в науку.

Вы знаете, что я в начале этого года выдвинул идею разработки и реализации общенационального проекта «100 казахстанских инноваций» до 2020 года.

Если мы из этой сотни разработаем хотя бы 10 абсолютных инноваций, это стало бы большой победой.

Заостряю ваше внимание на этом, прежде всего, для того, чтобы был понят смысл моего стратегического видения развития науки и инноваций.

Во-первых, в вопросах усиления финансирования науки у нас есть четкий курс.

Во-вторых, нам следует обеспечить приток инвестиций в науку от частного бизнеса.

Нам жизненно необходима эффективная система коммерциализации научных исследований.

Важная сторона вопроса развития казахстанской науки – это адекватное мировым инновационным трендам содержание научно-инновационных работ.

Перспективные фундаментальные разработки надо вести в области био- и нанотехнологий, создания новых материалов, информационных и коммуникационных систем и т.д.

По моей инициативе создан Евразийский клуб ученых, в работе которого уже принимают участие исследователи 87 стран.

Объединение научных и экономических потенциалов в индустрии, области нано- и биотехнологий, транспортно-логистической сфере даст кумулятивный эффект для нашей национальной науки.

Министр образования и науки Казахстана Аслан Саринжипов считает, что в науке нам также необходимо решить проблемы эффективности исследований, коммерциализации результатов, в связи с задачами ФИИР. В результате, по показателю «Качество научно-исследовательских организаций» ГИК мы находимся на 102 месте. Развитие науки будет идти по 3 направлениям. Первое – в НИИ мы должны создать коллегиальные органы. С 2015 года реализация целевых научно-технических программ будет максимально ориентироваться на приоритеты ФИИР. В этом году будет разработан механизм проведения НИОКР на основе ГЧП», – сообщил Саринжипов.

Также, по словам министра, в 2014 году дать возможность научным организациям готовить докторов PhD в рамках грантового и программно-целевого финансирования. Это, по его словам, станет «новым подходом».

«Ряд вузов и НИИ, национальные и инженерные лаборатории будут укомплектованы современным научным оборудованием и материалами. На веб-портале информационной системы «Наука» с этого года будет проводиться учет имеющегося научного оборудования и парка приборов», – подытожил глава МОН.

Образование и наука являются основными факторами экономики. Во всемирной декларации о высшем образовании для XXI века подчеркивается, что без соответствующего высшего образования и современных научно-исследовательских учреждений, с квалифицированными и образованными людьми, ни одна страна не в состоянии обеспечить реального устойчивого экономического развития.

Образование и наука как социальные отрасли базируются на развитии научно-технического потенциала, которое должно рассматриваться не в качестве сопровождающего фактора, а как один из секторов экономики, обладающий теми же особенностями, правилами и регулируемыми методами.

Рассматривая науку в качестве одного из основных факторов реформирования экономики, следует обратить внимание на уровень оценки объема финансирования научно-технического потенциала по сравнению с другими государствами, так как в общем объеме ВВП доля наукоемкой продукции и затраты на развитие науки являются ключевыми показателями.

Так, в конце последнего десятилетия во многих странах с развитой экономикой доля внутренних затрат на исследования и подготовку высококвалифицированных специалистов для экономики страны в общем объеме ВВП примерно составила 3% (в Израиле – 3,9%, в Швеции – 3,8%, в Финляндии – 3,5%, в Японии – 3,04%, в Швейцарии – 2,73%, в США – 2,84%, в Германии – 2,44%).

На мировом рынке наукоемких продукции передовых стран затраты на развитие науки в общем объеме ВВП, с учетом таких приоритетов, как льготное налогообложение, низкие таможенные пошлины, бюджетное поддержка, стимулирование инвестиций, лизинг научного оборудования, строго контролируются.

Как показывает опыт развитых стран, на долю новых или усовершенствованных технологий, продукции, оборудования, у которых есть новые знания или решения, приходится от 70 до 85% роста ВВП. Доля же наукоемких продукции России на мировом рынке составляет 0,3-0,5%, стран Евросоюза – 35%, США – 25%, Японии – 11%, Сингапура – 7%, Южной Кореи – 4%, Китая – 2%, Израиля – 1.5%.

Как отмечает журналист Н.С. Мухтарова, научно-технический потенциал Казахстана формируется из фундаментальных секторов науки, научно-технических институтов по отраслевым направлениям, которые должны в совокупности работать с проектно-конструкторскими лабораториями предприятий и учреждений, включая иные научно-исследовательские подразделения, которые заняты производственной деятельностью. Научно-технический потенциал определяется совокупным объемом научных знаний, степенью подготовки их практического применения, качественным и количественным показателями научных сотрудников и инженерно-технических кадров.

В Казахстане важной частью современной научно-технической сферы является формирование сети национальных и межотраслевых научных центров. Наряду с прикладными исследованиями, они должны

расширять исследования фундаментального характера. Научно-технические производственные центры в Казахстане расположены в гг. Алматы, Караганде, Усть-Каменогорске, Астане и т.д., что позволяет создавать научные, производственные, функциональные сети. А они, в свою очередь, дают широкий спектр возможностей для развития интеллектуальной продукции, совершенствования.

Согласно проведенному по заказу ЦНТИ Казахстана социологическому исследованию уровень казахстанской науки в сравнении с другими странами представлен в таблице.

Таблица 18

Суждения	Доля респондентов, выбравших данный вариант (%)
Казахстанская наука находится на уровне самых развитых стран	1,3
По своему уровню казахстанская наука не уступает российской	22,0
Казахстанская наука занимает одно из лидирующих мест среди стран СНГ	35,4
Казахстанская наука находится на среднем по меркам СНГ уровне	32,5
Уровень казахстанской науки ниже среднего уровня стран СНГ	5,1
Казахстанская наука находится на уровне развивающихся стран	2,4
Не согласились ни с одним из утверждений	1,0
Не дали ответа	0,3

Как видим, большинство респондентов ставит казахстанскую науку на ведущие позиции в СНГ, но ниже российской. В то же время, когда в следующем, открытом, вопросе респондентам предложено было назвать страну, с которой на их взгляд, совпадает уровень казахстанской науки, 55,9% опрошенных выбрали Россию, 7,7% назвали Украину, 5,3% – Узбекистан.

Безусловно, не все так благозвучно в развитии казахстанской науки, но тренд ее развития и четкое понимание в правительстве ее роли в модернизационной экономике разительно отличаются от ситуации с наукой в России. О ситуации с состоянием науки в России, и, прежде всего, академической, выступил в печати известный биолог Константин Северинов, ранее обласканный Минобрнаукой, иностранный ученый из университета Ратгерса (США).

*Северинов – доктор биологических наук*, заведующий лабораторией молекулярной генетики микроорганизмов Института биологии гена РАН и лабораторией в Институте молекулярной генетики РАН, профессор Сколковского института науки и технологий. Как лауреат конкурса мегагрантов Константин стал также зав. Лабораторией молекулярной, экологической и прикладной микробиологии в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете. (!?!)

Проф. Северинов отмечает, что несколько лет назад программа Президиума Российской Академии Наук «Молекулярная и Клеточная Биология» подверглась значительному сокращению. Произошло это на фоне экономического кризиса. Программа МКБ была единственной академической программой, в которой распространение средств происходило в результате открытой экспертизы. Основным критерием при получении финансирования были публикации в высокорейтинговых международных журналах. Несмотря на это (или именно из-за этого), академическое начальство сократило данную программу сильнее, чем другие, руководствуясь давним прокрустовым принципом «чтоб не высовывались».

Кроме собственно сокращения финансирования имела еще значительная задержка в выплатах по уже одобренным грантам: деньги в лаборатории не переводились и, соответственно, не было ни зарплат, ни возможности закупать реагенты и оборудование для проведения опытов.

Далее проф. Северинов продолжает: «Настали другие времена. «Иностранные агенты» идентифицированы, выведены на чистую воду и свернули свою деятельность. Российская академия отреформирована, а вновь созданное Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) обеспечивает эффективное управление средствами для проведения научных исследований в академии и выполнение президентских указов по увеличению публикационной активности российских ученых.

Так, не проходит и недели без электронных сообщений от Александра Вадимовича Тюремнова из Отдела координации деятельности учреждений в сфере естественных наук Управления координации и обеспечения деятельности организаций в сфере науки ФАНО РФ, в которых он отечески интересуется нашими успехами, просит заполнить разнообразные таблицы о нашей работе, результатах и публикациях.

Между тем программы Президиума академии пока существуют... Продолжает жить и программа МКБ, хотя и в сильно урезанном виде. Годовые гранты, которые в былые времена равнялись пяти миллионам рублей в год усохли до чуть более, чем двух миллионов в 2014 году. Кончается июль 2015 года, а денег на одобренные долговременные проекты по программам Президиума РАН до сих пор нет. Таких чудовищных задержек не было даже во времена неэффективных академических менеджеров.

Говорят, что средства застряли где-то между эффективными менеджерами ФАНО и Президиумом РАН. Говорят, что размер грантов будет сокращен еще больше. Но это всё на уровне слухов, никакой официальной информации нет. Президент РАН Владимир Фортов, известный оптимист, в частном разговоре сказал, что деньги, возможно, будут к декабрю 2015 года.

Естественно, в отсутствие денег проводить научные исследования крайне затруднительно и даже невозможно. Подчеркну, что речь идет об уже одобренных исследованиях, за которые нужно отчитываться. Моим коллегам приходится оплачивать реагенты, необходимые для исследований, из собственного кармана, и даже просить ведущие журналы разрешить не платить за публикацию уже принятых статей (и не все журналы на это могут пойти, в этом случае автору придется заплатить несколько тысяч долларов США из собственных средств или отказаться от публикации уже принятой в печать статьи)».

И в заключение проф. Северинов отмечает, что на «прошлой неделе в деревне Дворики В.В. Путин заявил, что «Те (специалисты), кто возвращается (в Россию), добро пожаловать... мы их рады видеть, но только за то, что человек вернулся (в РФ), он не может претендовать на какие-то дополнительные коврижки и привилегии. В целом мы будем, конечно, стремиться к тому, чтобы высококлассные специалисты возвращались к нам домой, на родину, будем этому поспособствовать».

Я думаю, что теперь Владимир Владимирович может быть спокоен: после того как «иностранных агентов» разогнали, наши собственные агенты сделают все возможное, чтобы к нам сюда никто не приехал: ни за какие коврижки».

Но ведь дело не только в том, чтобы в Россию никто из иностранных ученых не приезжал. Бесперспективность научной карьеры в России приводит к тому, что лучшие молодые ученые уезжают за границу. Своеобразные мысли по этому вопросу высказал зам. директора «Российской венчурной компании» Евгений Кузнецов. По его словам западная «экономика знаний» позволяет российским аспирантам и молодым ученым получить квалификацию и знания, но не дает карьерных «лифтов» для продолжения карьеры в 35-45 лет.

«Если посмотреть на статистику, то у молодых российских ученых, уезжающих на Запад, есть одна очень большая проблема. Из-за специфики современной науки, если в 25 лет понятно, как делать там карьеру, то в 35 лет карьерные "лифты" закрываются, уходить в бизнес уже поздно. На этом снятии сливок работает экономика Америки», – заявил заместитель директора «Российской венчурной компании» Евгений Кузнецов.

По его словам, США принимает дешевых и умных русских, индусов и китайцев, «выжимает» их, а потом они становятся не нужными. Индусы и китайцы возвращаются обратно, получив международный опыт, связи и статьи в Nature, и работают уже дома.

«А у нас не возвращаются, вот в чем проблема. Нам нужно исправить эту ситуацию, нужно, чтобы студенты и аспиранты, получающие компетенцию в отсутствующих у нас областях знания, особенно в управлении и организации науки, могли возвращаться и работать здесь. Необходимо, чтобы для 35-45-летних у нас не была «дырка» в жизни науки», – продолжил заместитель директора.

Но никаких реальных конструктивных предложений по изменению ситуации ни Евгений Кузнецов, ни другие ответственные лица в России и не озвучивают.

Журналист Юлия Латынина, обсуждая дискуссию между Анатолием Чубайсом и Алексеем Навальным, отмечает, что главная претензия как раз к Анатолию Борисовичу, что обладая гигантским инструментом, который называется Роснано, он, действительно, мог сделать массу великолепных

вещей, начиная от создания в стране атмосферы большей востребованности науки, большей терпимости к науке, большей вовлеченности, ну, если не населения, то, по крайней мере, элиты в это дело. Вместо этого мы получили, условно говоря, препарат Кагоцел, о котором говорилось во время эфира. Препарат, который не прошел двойных слепых рандомизированных испытаний, на чем можно, собственно, поставить точку, да? Препарат, о котором нет никаких публикаций в серьезных журналах.

И когда Навальный говорит об этом Чубайсу, то Чубайс говорит «А вы, типа, Алексей, неправильно поняли. Публикации в журналах не нужны – вот у меня тут пачка бумаг». Это, конечно, производило совершенно ошеломительное впечатление, потому что, ну, это знаете, как, представьте там, Роснано сказало, что оно сделало вечный двигатель, Навальный сказал, что «Вы знаете, вот, вечных двигателей не бывает», а ему так отвечают: «Вы, Алексей, у вас устаревшие сведения. Не надо доверять Википедии – вот у меня тут пачка бумаг».

Он, действительно, мог сделать массу великолепных вещей, начиная от создания в стране атмосферы большей востребованности науки, большей терпимости к науке, большей вовлеченности, ну, если не населения, то, по крайней мере, элиты в это дело. Вместо этого мы получили, условно говоря, препарат Кагоцел, о котором говорилось во время эфира. Препарат, который не прошел двойных слепых рандомизированных испытаний, на чем можно, собственно, поставить точку, да? Препарат, о котором нет никаких публикаций в серьезных журналах.

Роснано умеет делать презентации. Вот, презентаций было много принесено, а, вот, как-то тех проектов, о которых сам Чубайс сообщал, типа планшетника или типа микрочипов, они как-то не реализовались.

Я бы не хотел далее обсуждать деяния Анатолия Чубайса и руководимой им компании «Роснано», у которой, кстати, есть 100% дочка в Израиле, но об успехах которой у меня никакой информации. А за рубежом постоянно появляются новые эффективные технологии, о которых я бы хотел сообщить моим дорогим читателям.

Так, ученые из Калифорнийского университета в Сан-Диего разработали новую технологию передачи сигналов, использование которой позволит минимум удвоить объемы информации, передаваемой через оптоволоконные коммуникационные каналы. Внедрение этой новой технологии позволит «полностью изменить экономику, определяющую стоимость передачи потоков данных в современных сетях». Исследователи из Калифорнийского университета обнаружили достаточно простой способ, позволяющий избавиться от нелинейных искажений. Это, в свою очередь, позволяет увеличить пропускную способность оптических коммуникационных каналов в два-четыре раза или увеличить на такое же значение расстояние, которое смогут преодолеть оптические сигналы, прежде, чем потребуются их регенерация. Вся проблема заключается в том, что лазеры, используемые в оптических коммуникациях, хоть и имеют достаточно высокую стабильность, но все же излучают фотоны света, длина волны которых отличается на сотые доли процента. Такие отличия в длине волны происходят по совершенно случайным законам и белый шум, который они добавляют к потоку передаваемых данных, вызывает нелинейные искажения, которые очень тяжело или иногда просто невозможно отфильтровать. Предложенный ученым метод заключается в том, чтобы сделать неконтролируемые изменения длин волн фотонов лазерного света упорядоченными и предсказуемыми. В телекоммуникационных технологиях, как правило, используются несколько лазеров, которые генерируют свет с определенными длинами волн, который одновременно распространяется по оптическому волокну. То, что сделали ученые из Калифорнии, прямо противоположно используемым технологиям, они, при помощи некоторых методов преобразовали импульс света лазера в импульс, состоящий из фотонов с несколькими фиксированными различными длинами волн. Эксперименты, в которых данные передавались при помощи таких поли-импульсов, показали, что анализ искажений, которым подверглись фотоны с различными длинами волн, прошедшие через оптоволокно, длиной в 1000 метров, позволит точно определить количественные показатели нелинейных искажений. И это, в свою очередь, позволило при помощи самых простейших методов полностью избавиться от искажений, получив на выходе абсолютно чистый сигнал. Следует заметить, что пока эта технология требует некоторого количества достаточно громоздкого оптического оборудования. Но, с учетом нынешних темпов развития кремниевой фотоники и других смежных с этим областей, можно ожидать, что не в таком уж и далеком будущем разработанная калифорнийскими учеными технология передачи может

быть миниатюризирована до того уровня, когда ее можно будет использовать на практике. А это, в свою очередь, позволит избавиться от необходимости установки дорогостоящих ретрансляторов сигнала или, что еще более важно, увеличить скорости передачи информации по оптическому волокну минимум в два раза.

У графена, углеродного материала толщиной в один атом, появляются конкуренты – такие слои также могут быть образованы из черного фосфора. Химики Технического университета Мюнхена (TUM) уже разработали полупроводниковый материал, в котором отдельные атомы фосфора заменили мышьяком. В рамках совместной международной работы их американские коллеги создали первые полевые транзисторы из нового материала. Сотрудничество между Техническим университетом Мюнхена, университетом Регенсбурга, Университетом Южной Калифорнии (USC) и Йельским университетом в США привело к изготовлению полевого транзистора, изготовленного из черного фосфора с примесью мышьяка. Новая разработанная технология позволяет синтезировать исследуемое соединение без высокого давления. Это дешевле и требует меньше энергии. Зазор между валентной зоной и зоной проводимости можно точно контролировать путем изменения концентрации мышьяка. С концентрацией мышьяка в 83 процента материал имеет крайне малую ширину запрещенной зоны, которая составляет всего 0,15 эВ. Это делает его потенциальным материалом для изготовления датчиков, которые могут обнаружить длинноволновую инфракрасную радиацию. Например, лазерные дальномеры работают в этом диапазоне длин волн. Другое возможное применение – это измерение частиц пыли и следов газов при экологическом мониторинге. Еще одним интересным моментом является анизотропия электронных и оптических характеристик новых двумерных полупроводников, т.е. материал проявляет различные характеристики вдоль  $x$  и  $y$ -осей. Для получения пленок, подобных графену, с поверхности материала снимают ультратонкие слои. Самые тонкие пленки, полученные к настоящему времени, имеют толщину всего два атомных слоя.

Исследователи IBM объявили о важном достижении в области разработки новейшей полупроводниковой продукции и представили первый тестовый чип, выполненный по 7-нанометровой технологии с функциональными транзисторами. Новый чип разработан IBM в сотрудничестве с GLOBAL FOUNDRIES, Samsung и ST Microelectronics на территории Центра исследования нанотехнологий Политехнического института при Университете штата Нью-Йорк. Технология позволит размещать на одном чипе размером с человеческий ноготь до 20 млрд транзисторов и использовать их во множестве разных устройств: от смартфонов до космических кораблей. Для создания чипа по 7-нанометровой технологии с более высокими показателями производительности, низким энергопотреблением и улучшенным масштабированием исследователям IBM пришлось отказаться от традиционных методов производства полупроводниковой техники. Разработка наночипа потребовала использования ряда передовых инноваций, например, кремний-германиевых (SiGe) канальных транзисторов и многоуровневой экстремальной ультрафиолетовой (ЭУФ) литографии, которые были впервые применены исследовательским центром IBM Research совместно с партнерами. Эксперты полупроводниковой промышленности считают создание и внедрение нового поколения чипов, выполненных по 7-нанометровой технологии, обязательным условием развития будущих систем облачных и когнитивных вычислений, обработки больших данных, мобильных решений и других передовых технологий. Новые наночипы стали результатом \$3 млрд инвестиций, объявленных IBM в 2014 году, которые в течение пяти лет компания планирует вложить в научные исследования и разработку чипов. Данное открытие стало также возможным благодаря уникальному партнерству IBM и правительства штата Нью-Йорк, а также производственному альянсу, в который вошли IBM, GLOBAL FOUNDRIES, Samsung, ST Microelectronics и другие поставщики оборудования. Команда исследователей работала на территории Центра нанотехнологий Политехнического института при Университете штата Нью-Йорк в Олбани. «Преимущества, которые можно получить при использовании 7-нм или более инновационных технологических процессов производства чипов для будущих моделей компьютеров и других электронных устройств, крайне важны для бизнеса и общества, – комментирует Арвид Кришна, старший вице-президент и руководитель IBM Research. – Именно поэтому компания IBM продолжает придерживаться принципа динамичных базовых исследований, что позволяет ей постоянно расширять границы возможного в сфере полупроводниковых технологий. Такое достижение стало возможным благодаря совместной работе с партнерами и десятилетиям исследований, которые

стали эталоном для всей индустрии микроэлектроники. Это еще одно свидетельство лидерства компании IBM в этом секторе рынка». Сегодня микропроцессоры, изготовленные по 22-нм и 14-нм технологии, используются в серверах, облачных ЦОДах и мобильных устройствах. Кроме того, постепенно осваивается и внедряется производство чипов по нормам 10-нм технопроцесса. IBM удалось достичь увеличения плотности размещения элементов по отношению к самому передовому сегодня 10-нм технологическому процессу почти на 50%. Такой результат получен за счет применения кремний-германиевых материалов для увеличения производительности транзисторов, а также за счет внедрения технологических новшеств для уменьшения шага между элементами до 30-нм и полной интеграции многоуровневой экстремальной ультрафиолетовой литографии. Эти достижения способны привести как минимум к 50% улучшению соотношения производительности к энергопотреблению в следующих поколениях систем, предназначенных для обработки больших данных, облачных и мобильных вычислений. Знаковая величина в 7 нм продолжает традицию инноваций IBM в сфере чипов и полупроводников. Среди них – изобретение или первое применение динамической памяти DRAM с произвольным доступом, законов масштабирования Деннарда, фоторезистов с химическим усилением светочувствительности, соединительных медных проводов, технологии “кремний на изоляторе”, технологии по увеличению проводимости электричества через транзистор (strained engineering), многоядерных микропроцессоров, иммерсионной литографии, высокопроизводительных кремний-германиевых чипов, диэлектрики затвора High-k, встроенной памяти DRAM, трехмерных интегральных схем и воздушной изоляции. IBM и Политехнический институт при Университете штата Нью-Йорк ведут успешное сотрудничество в Центре исследования нанотехнологий в Олбани, в развитие которого были инвестированы миллиарды долларов. Одним из значимых результатов такого сотрудничества стал Центр полупроводниковых исследований и разработок – долгосрочная научно-исследовательская программа стоимостью \$500 млн, в которой участвуют мировые лидеры по производству нанoeлектроники. Основным направлением деятельности центра является исследование и разработка технологий компьютерных чипов будущего. Центр продолжает предоставлять студентам университета стипендии и гранты, чтобы подготовить следующее поколение ученых, исследователей и инженеров в сфере нанотехнологий.

Ученые Laser Physics Centre of Australian National University получили новые необычные материалы, индуцировав лазером микровзрывы в кремнии – материале, используемом для компьютерных чипов. Новая методика может привести к простому созданию сверхпроводников или высокоэффективных солнечных элементов и датчиков света. Под руководством профессоров L. Rapp и A.V. Rode, ученые создали две совершенно новые структуры кристаллов или фаз в кремнии и видели потенциальные признаки еще четырех. Направив лазеры на кремний, находящийся под прозрачным слоем диоксида кремния, группа усовершенствовала способ точного взрыва крошечных полостей в твердом кремнии. Такой взрыв создает очень высокое давление вокруг себя, что приводит к образованию новых фаз, имеющих сложные структуры. Используя комбинацию электронных дифракционных картин и моделирования структуры, учёные обнаружили, что новые материалы имеют кристаллические структуры, которые повторяются каждые 12, 16 или 32 атома. "Микровзрывы изменяют простоту кремния для гораздо более сложных структур, что открывает возможность для необычных и неожиданных свойств", – считают учёные. Эти сложные фазы часто нестабильны, но небольшой размер структур означает, что они очень быстро охлаждаются и затвердевают, прежде чем могут распасться. Новые кристаллические структуры просуществовали в лаборатории уже больше года. Эти новые открытия не случайны, в их основе лежит глубокое понимание того, как лазеры взаимодействуют с материей. Обычные методы создания материалов с высоким давлением использовали крошечные алмазные наковальни для сжатия материалов. Но ультракороткий лазерный микровзрыв создает давление во много раз выше, чем алмаз. Метод позволяет создавать тысячи модифицированных зон микронного размера в нормальном кремнии в секунду. Новый метод обещает стать гораздо более дешевым и простым для массового производства таких необычных материалов.

Группа исследователей из США предложила новый способ определения степени вреда, наносимого организму человека углеродными наноматериалами. Разработанная техника позволяет определить, насколько те или иные наноструктуры влияют на различные типы клеток в легких у грызунов. Как считают сами ученые, в перспективе методика позволит создавать более безопасные углеродные

наночастицы. Совместная группа исследователей из University of California и Northwestern University (США) в рамках своей последней работы предложила методику количественной оценки вреда, наносимого каждым из типов наноматериалов, а также разработала способы прогноза степени фиброза легких, которую заданная концентрация определенного наноматериала вызывает у грызунов, подвергшихся его воздействию. В ходе экспериментов исследователи обнаружили, что каждый из наноматериалов может вызывать в той или иной степени несколько биохимических реакций в легких животных. Они производят интерлейкин 1b и трансформирующий фактор роста b1 в макрофагах и эпителиальных клетках, соответственно. Процесс в макрофагах происходит потому, что нанотрубки повреждают лизосомы в биологических клетках. При этом интерлейкин действует совместно с трансформирующим фактором роста, содействуя фиброзу легких. Эксперименты в пробирке показали, что степень очистки и подготовка специализированных углеродных материалов (независимо от того, как они были синтезированы) влияет на производство упомянутых веществ. При этом исследователи обнаружили, что одна из подготовленных ими вариаций оксида графена оказалась наиболее сильно способствующей фиброгенезу, в то время как покрытые PF108 однослойные углеродные нанотрубки и графен не вызывают фиброгенеза вообще. Полученные таким образом данные показывают, что способ диспергирования наноматериалов в растворе и степень реактивности их поверхности играют ключевую роль в запуске фиброгенеза. Таким образом, результаты работы могут быть полезны для ранжирования опасности при работе с наноматериалами, а также выработки поэтапного подхода для тестирования различных углеродных материалов. В конечном счете, ученые планируют создать библиотеку специализированных углеродных материалов, имеющих определенные свойства (длина, пропорции, функциональность поверхности, поверхностные покрытия, дефекты, примеси, хиральность трубки, электронные свойства и т.п.). И проделанные исследования помогут им разработать более детальные количественные отношения структуры и активности материалов.

Заканчивая эту статью, я хотел бы пожелать России... брать пример хотя бы с Казахстана, если не получается с Китая, Сингапура или Южной Кореи; о Швейцарии или Японии я уже и не говорю.

Как пишет поэт Дмитрий Быков: «Желающий ехать – быстрее уезжай, желающий действовать – действуй».