

## Стратегическое и системное планирование науки и технологий

«В мире происходит глобальная смена циклов – технологического, экономико-финансового и социального. Однако в России в практическом плане это даже не обсуждается (есть только несколько публикаций): ни альтернативная энергетика, ни частный космос, ни виртуальные валюты и соответствующие технологии... Между ведущими экономиками мира начинается новая конкурентная гонка, но у России с ее архаичной структурой экономики, полностью зависимой от экспорта природных ресурсов, исключительно слабые стартовые условия. Нарождающаяся принципиально новая мировая парадигма экономического развития оставляет Россию за бортом, в числе слаборазвитых стран, без перспективы изменить свое положение», – отмечает Григорий Явлинский.

Это подтверждает список десяти крупнейших научных и технических достижений 2015 года, подготовленный радиостанцией Би-би-си:

### 1. Открыт путь к быстрому редактированию генома

ДНК человека теперь можно быстро редактировать, хотя никто пока не знает, к чему это может привести. Группа китайских генетиков сообщает в начале года в научной публикации о первом успешном эпизоде редактирования ДНК человеческого эмбриона с помощью метода CRISPR. Метод сайт-селективного редактирования генома с помощью фермента, узнающего необходимую последовательность цепи ДНК по наводке комплементарного ей РНК гида, обещает революционные перемены в исследованиях и лечении целого ряда заболеваний: от рака и неизлечимых вирусных болезней до наследственных генетических расстройств вроде серповидноклеточной анемии и синдрома Дауна. Тем не менее, многие биологи призывают к крайней осторожности в применении этого метода генной инженерии – по этическим соображениям.

### 2. Автономные энергосистемы Powerwall

Глава американской компании Tesla Motors Илон Маск сообщил на пресс-конференции, что приступает к массовому выпуску мощных литий-ионных аккумуляторов Powerwall, которые смогут накапливать большой заряд и постепенно отдавать его в сеть по мере необходимости. Эта система мощностью до 10 кВт/час предназначена для использования в частных домах и на небольших предприятиях. Массовое применение этого устройства способно полностью преобразовать механизмы распределения электроэнергии в будущем. Батареи выпускаются уже сейчас и используются в известных электромобилях серии Volta. Батареи могут заряжаться от солнечных панелей и других источников тока.

### 3. На Марсе есть жидкая вода

Накапливается всё больше убедительных доказательств того, что 3,5 млрд. лет назад на Марсе существовали океаны. Эта вода остается в виде льда в поверхностных слоях грунта. Ученые, исследующие Марс, заявили, что темные полосы, появляющиеся на поверхности планеты в теплое время года, могут образовываться на месте периодических потоков воды в жидком состоянии. На снимках со спутника НАСА на склонах гор видны характерные полосы, похожие на отложения солей. Как сказано в исследовании, проводившемся учеными из Технологического института Джорджии под руководством астронома Луджендры Оджи и опубликованном в журнале Nature Geoscience, эти данные могут означать, что на Марсе и сейчас может существовать в каких-то формах жизнь, так как наличие воды повышает вероятность существования примитивных ее форм – скажем, микробов.

### 4. Бионические линзы покончат с катарактой и близорукостью

Новые линзы позволяют быстро менять фокусное расстояние в глазу и достигать небывалой остроты зрения. Канадский оптометрист доктор Гарет Уэбб изобрел новую систему бионических линз, которые позволяют человеку достичь остроты зрения, втрое большей по сравнению с обычной. Система Ocumetics Bionics Lens пересаживается в глаз в ходе простой и безболезненной хирургической процедуры, занимающей восемь минут. Крошечная биомеханическая камера, встроенная в линзу, позволяет изменять фокусное расстояние быстрее, чем здоровый глаз.

### 5. Нейроны из полимеров

Нейроны из полимеров легко приживаются в мозгу и не отторгаются организмом. Шведские исследователи создали первый в мире искусственный нейрон, который способен полностью имитировать функции клетки человеческого мозга, в том числе ее способности трансформировать химические сигналы в электрические импульсы и передавать их другим типам клеток. Пока что физические размеры таких устройств в десятки раз превышают параметры реальных нейронов человеческого мозга. Однако, как заявила руководитель группы исследователей Агнета Рихтер-Далфорс из Каролинского института в Стокгольме, уменьшение до нужных размеров вполне реально в ближайшем будущем. Пересадка таких устройств в мозг позволит радикально изменить методы лечения таких неврологических заболеваний, как синдром Паркинсона и повреждения спинно-мозговых волокон.

#### **6. Шаг в сторону рабочего термоядерного реактора**

Реактор компании Tri Alpha Energy отличается от привычной конструкции "Токамаков" наличием ускорителей протонов. Калифорнийская компания Tri Alpha Energy, о которой до сих пор мало кто слышал, достигла крупного успеха в удержании плазмы с температурой в 10 млн градусов Цельсия. На экспериментальной термоядерной установке компании для удержания плазмы используются не внешние магниты, как в "Токамаках", а пучки заряженных частиц, которые выстреливаются в плазму и создают вокруг нее удерживающую "клетку". Исследователям удалось достичь длительности удержания плазмы в 5 миллисекунд, что является крупнейшим прорывом в области термоядерных исследований.

#### **7. Фальшивые воспоминания можно пересаживать**

Впервые удалось активно вмешаться в работу мозга на уровне формирования ассоциативной памяти. Нейрофизиологам во Франции удалось впервые имплантировать в мозг мышей фальшивые воспоминания. Используя вживленные электроды для непосредственной стимуляции и записи активности нейронов, они создали ассоциативные связи в сознании спящих животных, которые не исчезли при пробуждении и воздействовали на их поведение. Карим Беншенан и его коллеги из Национального центра научных исследований в Париже провели эксперименты на 40 мышах, вживив электроды в медиальный пучок переднего мозга, который контролирует эмоции, связанные с питанием и наградами, а также в участок CA1 гиппокампа, содержащий не менее трех различных типов клеток, которые кодируют информацию, необходимую для пространственной ориентации.

#### **8. Найден способ делать морфий из дрожжей**

Морфий может теперь производиться в промышленных условиях. Ученые разработали способ превращения сахара в морфий и другие похожие болеутоляющие лекарства с помощью дрожжей. Согласно этому исследованию, опубликованному в журнале Nature Chemical Biology, американские и канадские биологи с помощью методов геной инженерии заставили дрожжи поэтапно превратить сахар в морфий без использования опиумного мака. Сейчас обезболивающие делаются из опиумных маков. Так как героин также делается из морфия, ученые предупреждают, что это открытие упростит изготовление наркотиков в домашних условиях.

#### **9. Поверхность Плутона испещрена глубокими бороздами**

Поверхность Плутона оказалась непохожей на планеты Солнечной системы. В июле этого года американский космический зонд "Нью Хорайзонс" достиг окрестностей карликовой планеты Плутон и системы его спутников, крупнейшим из которых является Харон. Присланные фотографии стали сенсацией в планетологии и выявили совершенно неожиданные особенности рельефа планеты и механизм ее формирования. У Плутона обнаружена разряженная атмосфера и даже смена времен года.

#### **10. Оплодотворение от троих родителей стало реальностью**

Митохондриальные генетические дефекты сравнительно редки, но теперь появилась возможность покончить с ними. Британский парламент одобрил законопроект, легализующий искусственное оплодотворение с использованием генетического материала трёх родителей. У некоторых женщин встречаются дефектные митохондриальные гены, которые могут приводить к рождению детей с серьезными генетическими заболеваниями – мускульной дистрофией, пороками сердца, неврологическими нарушениями. Новый метод позволяет заменять митохондрии в яйцеклетке за счет материала, полученного от донора, а не только от естественных родителей.

В списке нет ни одного достижения российских ученых, но есть Китай, Швеция, Канада, Франция и Великобритания, и половина этих достижений из США.

Постоянно появляются статьи ведущих ученых России, которые пытаются понять, нужна ли наука России и каковы перспективы ее развития. Так, академик РАН Александр Кулешов отмечает, что хотя прошло два с половиной года с момента принятия реформы РАН, практически ничего существенного не произошло. В процессе реформы происходят слияния институтов, иногда объединяют, например, три института, расположенные в разных городах.

Как считает генеральный директор ЗАО «РОТЕХ» Михаил Лефшиц, одной из важнейших проблем становится невосприимчивость экономики России к инновациям. В чем заключаются факторы торможения инноваций? – У любой компании стоит задача получения прибыли – в этом заинтересованы акционеры, если они есть, или государство, если государство крупнейший акционер. Поэтому венчурный, связанный с риском путь развития компании, как правило, находится за рамками интересов и акционеров и государства. Например Стив Джобс, несмотря на успех «Apple», не раз входил в конфликт с советом директоров своей компании и даже был уволен из нее именно по этим причинам – он предлагал путь развития, которого еще не существовало, и это, по мнению людей, стоящих у «финансового руля», было неоправданным риском. Возьмем историю Роснано. Да, там были «косяки» типа вхождения корпорации в венчурный капитал, но простите, когда Чубайс начал эту эпопею, в стране не было ни одного предприятия, которое имело бы отраслевой, венчурный грант – он это пробил, и в этом его заслуга. Любая история с разработками – венчурная, а венчур – это риск. Все проекты R&D, в которые мы входим, все проекты, которые имеют в себе слово «разработка», – это проекты с повышенным риском.

Если говорить о фундаментальных факторах экономики, то государство, конечно, определяет «правила игры». Например, поднимая пошлины на автомобили, можно стимулировать сборку автомобилей, но это крайне рискованно. Почему? Упал платежеспособный спрос – и перестали собирать автомобили! Но запчасти для этих автомобилей продолжают исправно покупаться, потому что, чем старше автомобиль, тем больше запчастей ему нужно. А запчасти у нас не локализованы.

В условиях макроэкономических потрясений все идет к тому, что мы увольняем людей со сборочных производств и при этом продолжаем исправно платить деньги за комплектующие к тем автомобилям, которые ездят вне зависимости от платежеспособного спроса, и тратим деньги на запчасти к ним, пополняя казну через таможенный сбор. Это быстрые деньги и их можно собирать бесконечно – запчасти будут идти и идти. Вместо этого можно организовать дело так, чтобы заставить производить эти комплектующие здесь – и тогда таможенные платежи исчезают и приходится играть и выигрывать в долгую – рабочими местами, НДС, НДФЛ и прочее. Но это долгий путь и поэтому первый вариант часто побеждает. Если бы мы занялись не повышением пошлин на автомобили, а на комплектующие к ним, то вместо локализованной сборки автомобилей, давно уже имели бы собственное производство. Как быть с качеством комплектующих? Решение просто: надо узаконить технические условия производителей изделия. Выпуская какой-то компонент для сложносочленного изделия, необходимо обеспечить его соответствие тем параметрам, которые определил производитель изделия, и потому он взял на себя ответственность за изделие в целом. Если на уровне закона определить, что все производители комплектующих должны в качестве закона воспринимать спецификации, предоставленные производителем изделия в целом, можно задать и удержать планку.

Главную проблему российской науки академик Кулешов видит в том, что в России наука деградирует ежегодно, ежечасно, и это продолжается уже 25 лет. А ведь без науки великая держава существовать не может.

Часто налогоплательщики даже не понимают, за что они отдают деньги. Они не понимают, что тот же вай-фай разрабатывался в течение многих лет огромной научной кооперацией. Эта научная кооперация собирается 12 раз в год, обсуждает свои разработки, голосует... Но люди думают, что все изобретают инженеры, хотя инженеры – это третье звено в создании любого продукта. В каждый новый промышленный продукт вкладывается огромное количество науки. Как сказал Саркози, электричество возникло не вследствие модернизации свечи.

Особую озабоченность академика Кулешова вызывает развал российской инженерной школы. Ведь часто не все изобретенные на западе технологии могут воспроизвести российские ученые, но намного страшнее, когда ученые просто не могут понять, как это сделано.

Власть должна знать, как с этим справиться.

Советское время не было идеальным, но тогда существовал мостик между потребностями государства и возможностями науки. Сейчас государство даже не может сформулировать свои цели и задачи. Государство уже лет пятьдесят не обеспечивает себя продовольствием. Ведь для того, чтобы себя прокормить, нужна наука. Кроме того (и это самое страшное), нет понимания, что эта цель вообще нужна. Совершенно ясно, что если, например, сейчас ломать старую научную школу, то нужно иметь план на 30-40 лет вперед.

Нам нужны конкретные идеи – как нужно делать, что нужно делать, перед кем нужно отчитываться. Проблема Академии наук, например, заключается в том, что у нее нет заказчика, нет потребителя. И поэтому все выливается в нелепые параметры: давайте напишем больше статей! А что это даст? Ничего. И проблема заключается в том, что присутствует огромное непонимание всего. А еще бывает «салями слайсинг» – когда один результат разрезают на 10 статей, чтобы появилось больше публикаций.

Считается, что самая большая беда – это коррупция. Но коррупция есть везде. Это как с пьянством: пьют везде, просто где-то больше, где-то меньше.

«Главная проблема в нашей стране – безответственность. Ни перед кем не нужно отчитываться. Вот в СССР у людей ответственность была, вплоть до угрозы расстрела. Сейчас же не отвечают за то, что не сделали, а должны были сделать. И на этой ситуации коррупция как раз расцветает. Но человек должен лично отвечать за результат. И в России должен быть именно такой подход», – продолжает академик Кулешов

– Наш негосударственный бизнес – это нечто близкое к нулю. Мелкий бизнес неплатежеспособен. А крупным компаниям, например «Роснефти», поддержка технологических разработок не нужна – это же огромные затраты. Сегодня, в отличие от того, что было 50 лет назад, науку оплачивает не бизнес, а государство. И так везде. Ни одна частная компания на фундаментальную науку денег не расходует. Фундаментальную физику и математику частные компании, конечно же, не оплачивают. На это деньги дает только государство.

А вообще инвестирование фундаментальных наук в последнее время очень сократилось. И это очень плохо, ведь без науки страна становится совершенно бессильной. Без научной школы ни одно государство абсолютно ничего не может сделать.

Конечно же, жизнь без науки возможна – в Нигерии же люди живут. Там количество населения как в России, порядка 150 млн. человек, даже больше. Есть нефтяная труба, как в России. Но науки там нет и быть не может. Потому что если там появится условный «Ньютон», то он не сможет там работать, у него не будет для этого условий, он уедет за рубеж.

Мы можем отказаться от науки, но тогда у нас будет жизнь как в Нигерии.

А ведь даже в таких маленьких странах, как Швейцария, есть наука. И если смотреть не по количеству, а в удельном показателе, то это будет самая сильная наука в мире.

«Наша глобальная проблема в том, что на российскую науку нет запросов. И она дрейфует без руля – как айсберг в океане», – констатирует академик Кулешов.

Как я писал ранее, и в Израиле есть большая наука, о чем свидетельствует получение израильцами большого числа Нобелевских премий. На базе такой науки Израиль развивает многочисленные технологии, которые, как правило, защищены патентами. Так, например, израильская компания Polymate Ltd разработала впервые в мире индустриальную технологию получения неизоцианатных полиуретанов, освоенную в США, Канаде и Мексике. Эти разработки были удостоены NASA Nanotech Briefs, Nano 50<sup>TM</sup> Award (USA) и 2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award (USA).

Впечатляет и научно-технический прогресс Китая, который начинает производство истребителей-невидимок пятого поколения J-20 на заводе авиационной компании Chengdu Aviation Corporation (CAC)

В рамках LRIP-партии (Low Rate Initial Production) компания CAC произведет на свет от 12 до 24 экземпляров истребителей J-20, которые будут поставлены военно-воздушным силам китайской армии для опытной эксплуатации. Эта опытная эксплуатация позволит выявить все слабые и сильные стороны этих машин, получить полное представление об их возможностях.

Этап опытной эксплуатации будет продолжаться в течение 2018 и 2019 года, в течение которых летчики из полка Chinese Test Flight Establishment (CTFE) будут нарабатывать летное мастерство и проверять все возможные сценарии использования истребителей J-20 в боевых действиях. Номер 2101 является девятым экземпляром истребителя J-20, построенным компанией САС за пять лет, первый опытный образец поднялся в воздух в январе 2011 года. Для сравнения, первый истребитель F-35A (AF-6) взлетел в феврале 2011 года, спустя пять лет после первого полета первого образца F-35, который поднялся в воздух в феврале 2006 года. В случае с истребителем F-22 также потребовалось порядка пяти лет от первого полета, сентябрь 1997 года, до первого полета самолета из LRIP-партии, февраль 2002 года. Следует отметить, что в конструкции истребителя J-20 использованы все самые последние достижения авиационных технологий, что даст Китаю преимущество по отношению к любым военно-воздушным силам азиатского региона. Высокий уровень реализации стелс-технологий, большой радиус действия, способности вести радиоэлектронное противодействие и богатый набор вооружения делают истребитель J-20 очень сильным противником для любого другого истребителя. В истребителе J-20 использован радар с активной антенной решеткой (active electronically scanned array, AESA), инфракрасные датчики для обнаружения и слежения за целями, камеры, разбросанные по фюзеляжу, которые обеспечивают пилоту виртуальную среду с углом обзора в 360 градусов. На оружейные консоли истребителя можно устанавливать ракеты дальнего радиуса действия МН 12, МН 15 и МН 21, и ракеты ближнего радиуса действия с инфракрасным наведением МН 8 и МН 10. Возможности беспроводных сетевых подключений позволяют истребителю J-20 действовать совместно с другими платформами, к примеру с беспилотниками Divine Eagle, предназначенными для обнаружения и противодействия стелс-истребителям противника. Добавим, что истребитель J-20 является достаточно грозной боевой машиной уже сейчас, а в дальнейшем его возможности будут только расширяться.

В будущем он получит:

- китайские турбореактивные двигатели WS-15, способные обеспечить полет в режиме суперкруиза (на сверхзвуковой скорости без использования форсажных ускорителей) в отличие от российских двигателей АЛ-31, которые установлены на нем сегодня.

- улучшенные радары AESA, изготовленные на галлиевых полупроводниковых приборах, систему дистанционного управления, которая превратит этот самолет в беспилотник, и множество других модификаций.

И, несмотря на то, что этап первого тестирования стелс-истребителя J-20 практически закончен, у китайцев еще будет, чем нас удивить в будущем в области боевой авиации. И к этому без сомнений можно будет отнести еще один стелс-истребитель J-31, бомбардировщик Н-20, беспилотник-невидимку Sharp Sword и различные системы гиперзвукового вооружения.

Сегодня ученые и технологи бьются над переходом от систем Wi-Fi к Li-Fi или световой безволоконной коммуникации со скоростью передачи сигнала как минимум в 10 раз больше. Добиться этого они надеются с помощью белого лазера, который после долгих поисков создан на основе цинка, селена и сульфата кадмия. Он выдает три базовых спектра – красный, зеленый и синий. По мнению ученых, работающих в Аризонском университете, их устройство станет качественно новой альтернативой голубым светодиодам (LED), за которые в 2014 году дали Нобелевскую премию.

В Европе сотрудники университетов Регенсбурга и Марбурга с помощью аттосекундного лазера ( $10^{-18}$  с) «выбили» электроны атомов. При этом освобожденные электроны взаимодействуют друг с другом и генерируют сверхкороткие, фемтосекундные ( $10^{-15}$  с) всплески. Немцы считают, что им удалось преодолеть «хрупкость» квантовых состояний. Это позволяет «эксплуатировать» их в будущих световых чипах. (В нынешних для контроля электронов используются электрические поля с образованием тепла, из-за чего, например, ноутбуки не могут стать «пленочными».)

Большие надежды исследователи возлагают на плазмонику. Устройства этого типа используют интересный квантовый эффект – стремление поверхностных электронов «капель слиться с массами», формируя общие колебания в результате улавливания световых фотонов. Квантовые эффекты, как известно, начинают проявляться лишь при использовании наночастиц, технология получения которых сложна. В Калифорнийском университете Беркли (США) впервые получили «жидкие» плазмоны на

поверхности одностенных углеродных нанотрубок (SWNT – Single-Walled NanoTubes) диаметром не более нанометра.

Для измерения плазмонов ученые использовали инфракрасный лазер, который нагревает нанотрубку, лежащую на подложке из нитрида бора (BN). Тепловая деформация и рассеяние падающих фотонов определялись с помощью иглы микроскопа атомной силы (AFM – Atomic Force Microscope). Комбинация двух технологий позволила увидеть череду «капельвидных» плазмонов сходного диаметра и с равными промежутками между ними. Полученные данные говорят о высокой степени управляемости поведения плазмонов, что позволяет надеяться на использование нанотрубок в световых чипах быстрой связи и принципиально новых устройствах оптической микроскопии повышенного разрешения и четкости.

Известно, что сверхточной настройкой лазер обязан своей оптической полости-резонатору, образуемой стенками кристалла или двух зеркал. Но роль полостей могут выполнять и полистироловые наночастицы, а также капельки масла или клеточных жиров с добавлением флюоресцентных красителей. Возможность создания мягких (soft) и плотных (solid) лазеров в клетках печени, мышц и подкожной жировой клетчатки показали сотрудники Исследовательского института Любляны, работавшие вместе с коллегами из Гарварда.

Ученые вводили капельки масла с красителем в клетки подкожного жира свиньи, после чего к коже подводили оптоволокно от лазера. В результате клетки начинали ярко «зажигать». Мышечные и особенно печеночные клетки активно «пожирали» частицы полистирола и после подачи света начинали ярко светиться. Авторы пишут, что с помощью клеточных лазеров можно «навесить» на каждую из триллиона клеток, составляющих наш организм, разноцветные теги, что позволит увидеть миграцию иммунных клеток к очагу воспаления и метастазирование при раке, циркуляцию клеток плода в крови будущей матери и многое другое.

Внутри клеток изменение формы капель свидетельствует о стрессе, связанном с функцией белков и обменными процессами в диапазоне, измеряемом сотнями пиконьютонов на квадратный микрон («пико» – это  $10^{-12}$ ). Подобного разрешения сегодня не дает ни один из известных методов.

Специалисты компании Panasonic Corp. разработали состав гибкого и эластичного полимерного изоляционного материала, гибкие, прозрачные электрические проводники и специальную токопроводящую пасту, предназначенную для приклеивания проводников к полимерному основанию. И комбинация всех этих трех компонентов позволила им сделать печатные платы для электронных устройств, которые можно растягивать, изгибать и деформировать другими способами без потери их функциональности. Материал, из которого изготовлено основание печатной платы, может растягиваться на 150 процентов от его оригинального размера. На свете существуют и другие подобные материалы, способные растягиваться еще сильнее, но новый материал отличается от всех них отсутствием липкости его поверхности, устойчивостью к воздействию влаги, высокой температуры и некоторых других факторов. Кроме состава полимерного материала для основания печатных плат, в перечень ноу-хау входит состав материала для изготовления прозрачных электрических проводников, из которых создаются все связи электронной схемы устройства.

В своей работе специалисты компании Panasonic отказались от использования традиционного материала, окиси олова-индия (ITO, indium tin oxide), ведь этот материал достаточно хрупок и электроды легко ломаются в случае их деформации или скручивания. Основой прозрачных электрических проводников в данном случае является сплетенные углеродные нанотрубки, обладающие высокой электрической проводимостью. Кроме этого, их естественная механическая прочность и гибкость позволяют многократно растягивать изготовленные из них проводники практически без увеличения показателя удельного электрического сопротивления. Токопроводящая паста, которая выступает в роли клея, обеспечивающего контакт между основанием, проводниками из углеродных нанотрубок и электронными компонентами, представляет собой полимерный компаунд на смолистой основе, объем которого наполнен серебряными наночастицами. Это также позволяет пасте сохранять свои электропроводные свойства при многократной деформации. Исследователям компании Panasonic предстоит проделать массу работы для того, чтобы все эти технологии стали подходить для условий массового производства и находились в приемлемом ценовом диапазоне.

Исследователи из Факультета физики университета Гетеборга (Швеция) нашли способ синхронизации работы неограниченного количества крошечных генераторов спин-волн. Эти генераторы являются одним из основных видов устройств для спинтроники, весьма перспективного направления в вычислительной технике и коммуникациях, в котором переносимая информация кодируется в виде движения волн упорядоченного направления вращения (спина) групп электронов. Однако, такие наноразмерные микроволновые устройства, оперирующие малыми количествами энергии, весьма подвержены пагубному влиянию некоторых факторов окружающей среды, в том числе и температуры, которая определяет высокий уровень фазовых шумов. Одним из основных решений этой проблемы считается использование большого количества спин-генераторов, совместная работа которых позволяет увеличить мощность генерируемых волн. Добиться синхронной работы наноразмерных спин-генераторов ученым впервые удалось в 2005 году, при этом было задействовано всего два таких генератора. На сложность этой задачи указывает то, что к 2013 году ученым удалось синхронизировать работу всего четырех низкочастотных генераторов и трех высокочастотных, работающих в микроволновом диапазоне. Однако, группа профессора Йохана Окермена из университета Гетеборга продемонстрировала новый метод, который, в теории, позволяет синхронизировать работу сколь угодно большого количества спин-генераторов, что, в свою очередь, позволяет получить лучи из сфокусированных спин-волн. При этом, глубина синхронизации и расстояния, разделяющие генераторы, намного превышают аналогичные показатели, полученные в ходе предыдущих экспериментов. "Теперь мы знаем, как можно управлять с высокой точностью распространением спин-волн. И самое главное заключается в том, что не существует никакого теоретического предела в количестве генераторов, работа которых может быть синхронизирована" – рассказывает Рэнди Думас (Randy Dumas), один из исследователей. Направление луча, состоящего из спин-волн, может быть определено при помощи комбинации электрического тока, протекающего через генератор, и внешнего магнитного поля. Изменяя направление луча, можно сделать так, что он будет оказывать воздействие на другие генераторы, синхронизируя их работу с работой первого генератора. Кроме этого, такой способ позволит определить пути распространения несущих информацию сигналов внутри спинтронных чипов, и для этого не будет требоваться создания специальных "проводящих" дорожек. Данная технология управления и синхронизации позволит создать так называемые нелинейные множества генераторов, в которых будут объединены сотни элементарных спинтронных устройств и генераторов. А структура такого множества, которую можно изменять на лету в случае необходимости, станет основой архитектуры спинтронных вычислительных устройств следующего поколения.

"В скором времени мы планируем провести ряд экспериментов, нацеленных на изучение работы и взаимодействия сетей спинтронных генераторов. И мы собираемся использовать такие сети для создания чрезвычайно быстрых вычислительных систем, работа которых основана на принципах работы мозга человека" – рассказывает Рэнди Думас.

Солнечные панели, расположенные на крышах, выглядят так, будто покрыты какой-то сеткой. Линии, которые мы видим, на самом деле представляют собой металлические контакты. Они необходимы для переправки электрического тока, генерируемого базовым полупроводником. Но при этом они уменьшают количество солнечного света, попадающего на полупроводниковый слой.

Хотя верхний слой металлических контактов относительно тонкий, он может покрывать 5-10% площади поверхности солнечной панели. Это означает, что 5-10% солнечного света, которые могли бы использоваться для выработки электроэнергии, попросту отражаются.

Команда исследователей из Стэнфордского университета разработала способ сделать эти отражающие металлические контакты почти невидимыми для падающего света, что может существенно увеличить эффективность солнечных батарей.

В ходе экспериментальной работы учёные поместили плёнку из золота (проводящего металла) толщиной 16 нанометров на плоский лист кремния. Золотая плёнка похожа на монолитную при взгляде невооружённым глазом, но на самом деле она содержит массив наноразмерных квадратных отверстий.

Погружение золотой плёнки и кремния в раствор плавиковой кислоты и перекиси водорода привело к тому, что золотая плёнка погрузилась в кремниевую подложку, а наностолбцы из кремния вышли в отверстия в золотой плёнке и поднялись над её поверхностью. Результатом этого химического процесса стали так называемые потайные контакты высотой всего в 330 нанометров.

"Если открыть кран, не вся вода протечёт беспрепятственно из отверстий его решётки, но если можно было бы подставить сверху каждого отверстия небольшую воронку, большая часть воды текла бы без проблем, – объясняет ведущий автор исследования Виджай Нарасимхан (Vijay Narasimhan). – По сути, наши наностолбцы выступают в качестве подобных воронок, захватывающих свет и направляющих его в кремниевую подложку через отверстия в металлической сетке".

После серии экспериментов и моделирований исследовательская группа дополнительно оптимизировала конструкцию солнечных панелей: теперь они могут покрыть металлом две трети поверхности с потерей отражательной способности всего в 3%. Нарасимхан утверждает, что это существенно увеличит эффективность обычного фотоэлемента на 20-22%.

В дальнейшем он с коллегами планирует провести эксперименты не только с золотом, но и с серебром, платиной, никелем и другими металлами. Кроме того, технология может использоваться и с другими полупроводниками, что позволит усовершенствовать фотодатчики, светодиоды, дисплеи и прозрачные батареи.

Физики из Института физико-химических исследований (Япония) и Университета Токио обнаружили, что спиновых волны могут быть эффективными переносчиками спиновых токов, возникая в новом типе материалов – антиферромагнетиках-изоляторах. Находка значительно расширяет спектр веществ, которые могут применяться в спинтронике («электронике на спинах»), в том числе и в квантовых компьютерах.

Спиновые волны – особый вид колебаний, возникающих в магнитной решетке материалов. В простейшем случае, у ферромагнетиков, все спины направлены в одну сторону. Их можно сравнить с маленькими магнетиками, подвешенными в пространстве. Если один из них по каким-то причинам отклонится, то это повлечет за собой отклонение его соседа и так далее – возникнет волна. В отличие от электрического тока, спиновые волны не требуют перемещения электронов и не рассеиваются из-за низкой электропроводности материала. Это означает, что они могут распространяться даже в изоляторах.

Чаще всего спиновые токи наблюдались в непроводящих ферро- и ферримагнетиках. Однако, это ограниченный класс материалов. В новом исследовании ученые показали, что спиновый ток может возникать в материалах, принадлежащих другому классу – антиферромагнетиков. Спины в них упорядочены несколько сложнее – они чередуют свои направления (условно, «вверх», «вниз», «вверх», «вниз»).

В своих экспериментах японские физики использовали непроводящий антиферромагнитный оксид хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), покрытый слоем платины (парамагнетик). С помощью внешнего магнитного поля авторы вынудили спины магнетика прецессировать – вращать свое направление вокруг вектора индукции магнитного поля. Затем в материале создали температурный градиент – это традиционный способ создания спиновых волн в ферромагнетиках с помощью спинового эффекта Зеебека.

В таких двухслойных структурах, в которых магнитный материал контактирует с немагнитным металлом, электроны могут «перепрыгивать» из магнитного слоя, создавая тем самым электрический ток, в котором спины отдельных электронов ориентированы в одну сторону. Это, в свою очередь, провоцирует возникновение другого тока, который течет внутри слоя платины.

Детектировали этот спин-поляризованный ток с помощью электродов, прикрепленных к платиновому слою. Измеренное напряжение зависело одновременно от приложенного магнитного поля и температурного градиента, создававшегося в материале. По словам авторов, это указывает на то, что причиной поляризованного тока в платине были спиновые волны в антиферромагнетике.

Открытие потенциально позволит на два порядка увеличить скорость передачи данных с помощью спиновых волн – частота колебаний полученных волн в 100 раз выше, чем таковая у ферромагнетиков. Ранее для материалов, передающих спиновые волны было найдено необычное применение – оказывается, на их основе можно создавать устройства, распознающие различные паттерны, например, человеческую речь.

Эксперименты биологов из Беркли (США) показали, что полупроводниковые частицы сульфида кадмия оседают на поверхности ацетогенных бактерий. Улавливая солнечное излучение, наночастицы снабжают микробов электронами, которые нужны для усвоения углекислого газа и производства ценной уксусной кислоты, спирта и других видов органического топлива.

Рост содержания углекислого газа в атмосфере заботит человечество уже на уровне правительств и международных организаций. А между тем, именно с него начинается биосинтез практически всех химических компонентов живой природы. Организмы-автотрофы фиксируют углекислый газ из атмосферы, получая органические соединения, которые затем могут использовать и другие живые существа.

Например, ацетогенные бактерии, обитающие в темноте и в анаэробных условиях, могут восстанавливать углекислый газ, на выходе производя уксусную кислоту, этанол и другие нужные вещества. Дополнительного источника энергии эти процессы не требуют. Для восстановления необходимы лишь электроны, которые может поставлять молекулярный водород в ходе окисления гидрогенами. Альтернативным источником электронов для ацетогенных реакций может служить электрическая цепь: микробы растут на катоде, принимают электроны с анода и усваивают углекислый газ, производя нужный продукт.

Известны попытки «скрестить» эти процессы с внешними источниками энергии в цепи – ветряными генераторами или солнечными батареями. Теоретически, подобные системы позволят получать органические вещества (в том числе и подходящие на роль возобновляемого источника топлива), «усваивая» лишний углекислый газ из атмосферы. Однако производительность их до сих пор остается ограниченной, а возможности масштабирования неясными.

Идея, предложенная группой профессора Пэйдун Яна (Peidong Yang), отличается от предшественников. В новой работе авторы выращивали ацетогенных *Moorella thermoacetica* в присутствии кадмия и цистеина (Cys). Образующиеся при этом наночастицы сульфида кадмия (CdS) оседали и закреплялись на внешней поверхности бактерий, как пластины рыцарского доспеха. Однако роль их оказалась вовсе не защитной: полупроводниковые частицы CdS улавливали фотоны солнечного света и катализировали обратимые реакции окисления цистеина в цистин, в результате которых в бактериальной клетке появлялись свободные электроны. Они использовались для восстановления углекислого газа до уксусной кислоты.

В лабораторных условиях такая цепочка «полуискусственного» фотосинтеза оказалась довольно эффективной и позволила бактериям успешно размножаться и увеличивать численность. Выход продукта был исключительно высок: на производство уксусной кислоты ушло около 90% всего поглощенного системой углекислого газа, и не более 10% – на рост самих микробов.

В ноябре 2015 года в Нижнем Новгороде прошла конференция «Элементная база отечественной радиоэлектроники: импортозамещение и применение». В докладе И.А. Покровского, рассмотревшего вопросы управления российской радиоэлектронной промышленностью, было сделано такое заключение: «Ситуативное управление, используемое в настоящее время компаниями и государственными структурами, не может качественно изменить ситуацию в радиоэлектронной отрасли. Хотя при благоприятных внешних факторах возможны некоторые улучшения финансовых показателей, они только маскируют падение конкурентоспособности предприятий и отсутствие ориентиров долгосрочного развития.

Постановка более высоких целей, чем выживание отрасли на рынке государственного заказа, требует перехода к стратегическому управлению. Необходимым условием перехода к стратегическому управлению отраслью является формирование и развитие отраслевого инженерного и бизнес-сообщества, т.к. именно отраслевое сообщество является субъектом стратегии в современной рыночной экономике. В противном случае текущая модель ситуативного управления будет приводить ко все большему технологическому отставанию и социальной деградации. Попытки государства предложить какие-либо стратегии без вовлечения в их разработку отраслевого сообщества не были и не будут успешными, т.к. не могут активизировать человеческий потенциал компаний. Без этого распределяемые финансовые ресурсы в лучшем случае становятся мерами дотационной поддержки.

Задачи стратегического управления, инновационного развития недоступны для многих предприятий государственного сектора отрасли, которые опираются на ценности доминирования и подчинения, а также клановой верности. Задача восстановления и активизации на этих предприятиях ценностей более высокого уровня может занять продолжительное время, исчисляемое многими годами.

Развитие российской радиоэлектронной отрасли нужно планировать в контексте изменений мировой экономики и глобального рынка электроники. Встраивание в сложившиеся цепочки создания стоимости

можно рассматривать, как этап стратегии, одновременно нужно включаться в развитие новых рынков, возникающих за счет внедрения инновационных технологий и индустриализации отстающих стран.

При разработке отраслевой стратегии необходимо расширить рассматриваемые границы отрасли за счет компаний из смежных направлений – разработчиков программного обеспечения и производителей электротехники. Необходимо использовать возможности взаимодействия с отраслевыми сообществами других развитых и развивающихся стран, согласовывать с ними общие программы развития, объединять финансовые и человеческие ресурсы».

Но мне кажется, что более эффективно использовать наших соотечественников, имеющих опыт работы в этой области и знакомых с западными технологиями и организацией производства. Так, в Израиле не менее 20% сотрудников фирм в области микроэлектроники составляют выходцы из СССР, преимущественно из России, которые знакомы с принципами системного стратегического управления этой отраслью, в частности, о системе виртуального института, объединяющего как госструктуры и университеты (в условиях России сюда следует включить и РАН), так и бизнес.

Сегодня в российской науке время испытаний.

Вице-премьер РАН, председатель Сибирского отделения РАН, академик Александр Асеев весьма обеспокоен ситуацией с РАН. В частности, планировалось, что ФАНО избавит нас от бюрократии. Однако она не просто выросла, а выросла многократно. Мы попали в качественно иную ситуацию. У нас работает очень уважаемый и заслуженный академик В.Е. Накоряков. Он недавно опубликовал в одном из номеров «Эксперта» статью о реформе РАН, где сравнил нашу ситуацию с описанной в произведениях Франца Кафки «Замок» и «Процесс». Один в один: мы сейчас имеем дело с каким-то бюрократическим абсурдом, а судьба РАН, которую обвиняют в неназываемых прегрешениях, в точности повторяет судьбу героя «Процесса»! Основа понятна: наука – это сложное дело, требующее особой подготовки и талантов, но в ФАНО назначены люди в принципе хорошие, но от науки далекие. Возможно, из самых благих побуждений они пытаются решить незнакомые им проблемы доступными им бюрократическими средствами.

То, что Федеральное агентство научных организаций пытается решать сложные проблемы организации науки на основе формализованных процедур – опасное явление. Потому что в науке должны быть свобода поиска, открытость и демократия, строгая экспертиза научного сообщества, право на ошибку, хотим мы этого или нет.

Оценивая стратегические перспективы российской науки, академик Александр Асеев подчеркивает, что на «эту тему есть интересное выражение: хочешь получить уникальную вещь – закажи ее русским, если же хочешь получить десять, сто, миллион изделий – заказывай кому угодно, только не русским. Российская наука – это наука прорывных решений. Искусство управления наукой – это не формальное регламентирование, ограничение, это нахождение талантов, креативных сообществ, правильная их поддержка. Вот за чем будущее. Вы же понимаете, что первый спутник, первый полет человека в космос – отсюда. Потом уже на научных открытиях и достижениях делается бизнес, иногда спустя многие годы, когда созреют необходимые предпосылки.

Примеров много. Первый твердотельный электронный элемент был изобретен в 1922 г. в России О.В. Лосевым. Он назывался «кристадин Лосева» – это признано во всем мире. Но тогда только-только закончилась Гражданская война, время было очень сложное, и в нашей стране это открытие было не востребовано. Заново оно было сделано уже в 1947 г. в компании Bell Telephone, когда Джоном Бардином, Уильямом Шокли и Уолтером Браттейном был создан первый полупроводниковый транзистор, и фирма была полностью готова к его использованию. Так началась блистательная эра полупроводниковой электроники».

Когда А.С. Попов написал докладную военному министру о возможности построения системы телеграфирования без проводов, резолюция была следующей: «Телеграфа без проводов не бывает». Идея не то что оказалось не понята – она опередила время. В Италии это тоже никому было не нужно, это была раздробленная страна феодального характера, а вот англичане оценили: когда Гульельмо Маркони в результате своей работы принял сигнал из Ньюфаундленда в Англии, тогда и наступил век радио. Поэтому такого рода прорывные вещи надо готовить, всячески развивая и поддерживая науку. И наука вознаградит человечество, подобно тому как из опытов Майкла Фарадея по электричеству выросла могучая электрическая цивилизация, подобно тому как на производстве созданных нашим

соотечественником академиком Ж.И. Алферовым полупроводниковых гетеропереходов зиждется экономика многих развитых стран мира – Южной Кореи, Тайваня, Японии и в последнее время Китая (но, увы, не России).

Главные прорывы произойдут в биологии, потому что самая богатая научная организация в мире – это Национальные институты здравоохранения в США, ее бюджет составляет \$100 млрд. Однако ресурсы ресурсами, финансирование финансированием, но искры таланта в этой области существуют и у нас. Надо их выявлять, всячески поддерживать – и результаты непременно последуют!»

Однако серьезные проблемы в школьном образовании и отсутствие реальных социальных лифтов делают маловероятным появление современных Ломоносовых, и задача выявления людей с неформальным мышлением даже и не ставится. Но России все равно придется рано или поздно решать эти задачи, и, желательнее, эволюционным, а не революционным путем.

«Одна из катастроф, которая постигла Россию, это, конечно, научная катастрофа, потому что к моменту появления СССР Россия была страной с образованной элитой, полностью интегрированной в мировую науку. И сначала советские ученые были отрезаны от живой научной среды, а потом начались расстрелы», – считает журналист Юлия Латынина.

«Я говорила о российской науке, которая, казалось бы, занимала в Советском Союзе после начала ядерной гонки очень привилегированное положение. Статус ученого был даже выше, чем на Западе. В общем, статус советского ученого можно было сравнить со статусом ученых в XVIII-XIX веке, когда Вальтеры, Лейбницы были советниками королей, им позволялось больше, чем позволялось обычным чиновникам. Но этот статус, к сожалению, сводился на нет тем, что российская наука была секретной. А секретность и наука – это противоположные вещи.

Вот, флогистон отличается от философского камня и является научной идеей не потому, что он правильная идея (флогистон – не правильная идея), но потому, что это идея, подлежащая всеобщему обсуждению.

К сожалению, секретность разъедала российскую науку. А вторая вещь, которая разъедала российскую науку, была странная привычка наших властей, которая, собственно, началась именно со Сталина, когда никакие научные достижения, собственно, достигнутые российской наукой, не котировались до тех пор, пока разведка не узнавала, что над тем же самым работают на Западе», – говорит Юлия Латынина.

В канун 2016 года, в котором должна получить новый виток реформа РАН и в котором должен начаться организованный аудит российских институтов, дискуссии о российской науке продолжает Генри Норман, д.ф.-м.н., г.н.с. Объединенного института высоких температур РАН, профессор МФТИ.

Уже несколько лет идет реформа науки России, инициированная сверху. Исхожу из презумпции позитивных намерений тех, кто затеял эту реформу, и их желания улучшить ситуацию в российской науке. Был создан Российский научный фонд, проведены первые конкурсы. Их результаты показали, что фонд действительно в основном поддержал активно работающих ученых. Судя по информации, полученной из научно-координационного совета ФАНО, аппарат агентства действует, максимально учитывая пожелания членов совета, терпеливо относится к тому, что академики отчетливо выражают свое неприятие существенных изменений.

По ощущению Генри Нормана, «первый центр сопротивления реформам науки России, инициированным сверху, – это большинство академиков РАН. Чтобы придать протестам характер массовости, академики Кулешов, Рубаков и Захаров совместно с профсоюзом академии организовали второй центр сопротивления – Конференцию научных работников. На заседаниях конференции также не выносятся никаких предложений о реформах и озвучивается желание сохранить все по-старому.

В итоге реформу ведут управленцы, слабо разбирающиеся в сути дела, пусть даже и с хорошими намерениями. Опираясь при этом они вынуждены на тех же самых академиков. Отсюда возникают и проблемы, вызывающие обоснованное непонимание и растущее раздражение активно работающих ученых, к ним относится, например, растущий вал бюрократических запросов, обрушившийся на дирекции институтов».

В поддержку реформам Минобрнауки создало Совет по науке, председателем которого был избран академик Алексей Хохлов. Давно знаю его как активно и плодотворно работающего ученого. Его выступления, в которых он высказывает свои взгляды, мне понятны и близки. Особенно проф. Генри Норману запомнилось его образное сравнение, что говорить в России о недостатках оценки труда

ученых по индексу цитирования – все равно что было бы говорить узникам Освенцима о вреде переедания.

Однако складывается впечатление, что сторонники Совета по науке – ученые, активно работающие на мировом уровне, – предпочитают заниматься наукой, а не организационно-научной деятельностью. А вот противники хорошо организованы, очень шумны и делают все для создания видимости, что они пользуются поддержкой большинства ученых.

Проф. Генри Норман делает вывод, что нужно создать опору реформе из числа ученых, работающих на мировом уровне, которые сейчас абсолютно не организованы. Хотелось бы преодолеть разрыв между усилиями власти и интересами активно работающих ученых и консолидировать их усилия ради достижения общих целей. Для этого он предлагает начать организационное оформление Союза ведущих ученых России и, прежде всего, необходимо отобрать членов союза. Цель отбора – понять, какими активно работающими учеными реально располагает сейчас Россия, и организовать их. Те академики и членкоры РАН, которые являются активно работающими учеными и пройдут отбор на общих основаниях, станут членами союза. Это обеспечит восприятие лучших традиций РАН и АН СССР. Опираясь на союз, наши власти могли бы перевести реформу в разумное русло и довести ее до конца, удовлетворив насущные нужды активно работающих ученых: они лучше знают свои проблемы и принципы устройства научной сферы у мировых лидеров.

В отбор следует включить всех докторов физико-математических, химических, биологических и геолого-минералогических наук любой ведомственной принадлежности.

Они разбиваются на пять групп по таким областям, как математика, физика, химия, биология, науки о Земле.

Рейтинги по каждой группе формируются в четыре этапа: на первом составляется рейтинг по полному индексу цитирования на работы, опубликованные с 2001 года (так как нас интересуют только действующие ученые, этот интервал – максимальный). На втором этапе необходимо исключить автоссылки, на третьем – ссылки соавторов.

Последним требованием к ученым должно быть постоянство работы в России – например, не менее 16–18 месяцев за последние два года.

Здесь я считаю нужным сделать свои замечания, которые, прежде всего, касаются технических наук. Первое – необходимо учитывать патенты и ссылки на них, ибо в технических науках это первичный источник информации. Второе – требование постоянства работы в России принципиально неверно, ибо отмечает действительно независимых ученых-соотечественников, живущих в других странах. Мне кажется, их опыт и мнение действительно необходимы для объективной оценки.

Далее проф. Генри Норман информирует, что «Совет по науке при Минобрнауки недавно предложил, чтобы ведущие ученые получали не только адресное финансирование их групп, но и их самостоятельность, автономию внутри институтов и даже мобильность. По существу, речь идет о создании новой инфраструктуры российской науки, об установлении связей между научными группами по всей России. Эти связи могут стать важнее связей между институтами.

Противники создания групп ведущих ученых говорят об опасности того, что финансирование будут получать лишь эти группы. Чтобы такого не произошло, союз должен не распределять деньги, а выработать правила для распределения денег на науку вообще и на программы фундаментальных исследований в частности.

Правила должны обеспечить достойное финансирование всем работающим группам, вплоть до самых небольших, и ученым-одиночкам. Для этого к руководству программ фундаментальных исследований должны прийти руководители наиболее успешных групп вместо директоров, как сейчас.

Создание новой инфраструктуры российской науки позволит поручить союзу во взаимодействии с органами государственной власти сформировать обоснованный перечень программ фундаментальных исследований. Этот канал стал бы одним из основных каналов финансирования российской науки, включая вузы».

Как уже отмечалось выше, Израиль является передовой научно-технической страной в мире. Именно поэтому компания «Нанотехнологии для новых материалов» проводит в Москве в марте 2016 года семинар по теме «Создание новых материалов и технологий, а не импортозамещение» (опыт Израиля).

Компания «Нанотехнологии для новых материалов» заключила с израильской компанией «Международный исследовательский центр нанотехнологий Polymate, Ltd» соглашение о сотрудничестве для создания прорывных технологий и материалов для промышленного применения их в различных областях промышленности РФ. Генеральный директор компании «Нанотехнологии для новых материалов» Алкацев А.В. предложил более широко использовать научно-технический потенциал Израиля для развития новых технологий в России, учитывая при этом, что только Израиль из числа стран с большим технологическим потенциалом не присоединился к антироссийским санкциям.

Как известно, Израиль является ведущей страной по разработке новых промышленных технологий и их ускоренной реализации, как в Израиле, так и за рубежом (от США до Китая и Индии). В области новых материалов и технологий Polymate Ltd является одним из пионеров в nanoиндустрии, в создании новых материалов и технологий. Только за последние 10 лет в портфеле Polymate Ltd имеется более 25 запатентованных в США и других странах технологий, которые успешно реализуются, в основном в США, в Европе, и в Китае. За свои промышленные разработки эта компания награждена NASA Nanotech Briefs, Nano 50<sup>TM</sup> Award (USA) и the 2015 Presidential Green Chemistry Challenge Award (USA).

Этот пример показывает потенциальные возможности использования опыта ученых диаспоры для модернизации российской промышленности и сельского хозяйства. Именно использование такого опыта так необходимо России сегодня.