

Академик Олег Фиговский  
**Не только инновационный инженер, но и инновационный  
предприниматель**

Основной задачей развития Российской науки и техники надо считать не только и не столько импортозамещение, а создание прорывных новых технологий, желательных не имеющих мировых аналогов.

На заседании Совета по науке и образованию при Президенте России ожидалось, что Владимир Путин передаст президенту Курчатовского института Михаилу Ковальчуку миллиарды рублей, выделяемых государством на науку и технологии, поверив в его очередные обещания обеспечить прорывное развитие России за счет приоритетного развития того, что он называет «конвергентными технологиями» (некое НБИКС – нано, -био-, инфо-, когни- и социогуманитарные). Но то ли из-за отрицательной позиции Президиума РАН, то ли из-за контратак противодействующих групп влияния, то ли в силу каких-то внешних обстоятельств, этого не случилось. Осведомленные люди полагают, что вопрос на время отложили.

Вместо явного противостояния и открытой борьбы мнений мы увидели светский раут главных российских научных чиновников, во время которого Михаил Ковальчук продемонстрировал знание поэзии Пастернака, глава Академии наук Владимир Фортов попросил о новом продлении моратория, чтобы защитить от «раздербанивания» недвижимость РАН, а Владимир Путин призвал учиться на ошибках В.И. Ленина и управлять течением правильной мысли.

Если широкой публике реальные разногласия и дискуссии не демонстрируются, то о том, что происходит на «научном фронте» можно косвенно судить не по тому, кто что говорит, а по тому, как участники обсуждения реагируют на выступления оппонентов и какие эмоции при этом проявляют, – по «языку тела» или «body language». Показалось, что во время выступления президента РАН Владимира Фортова бывший министр образования и науки (ныне советник Путина) Андрей Фурсенко движением головы и плеч выказывал явные признаки несогласия с его речью. Впрочем, активно ее конспектировал. Когда свой монолог произносил Михаил Ковальчук, взгляд Владимира Путина на него был скорее неодобрительным, а на просьбу Фортова о продлении моратория Президент реагировал с плохо скрываемым раздражением.

В проекте концепции «Стратегии развития конвергентных технологий», о которой говорилось в докладе Михаила Ковальчука, предполагается решить ряд важных проблем и преодолеть следующие барьеры развития конвергентных технологий (далее – КТ): покончить с дезинтеграцией исследований, с отсутствием единой институциональной среды и системы глубокой координации инструментов развития, с отсутствием широкого применения современных форматов исследовательских центров, с разбалансированностью объемов и типов поддержки отдельных направлений НБИКС. «Конвергентные технологии поддерживаются [в России] в значительно меньшем объеме», – сетуют авторы концепции.

Как отмечает Петр Щедровицкий, президент некоммерческого научного фонда «Институт развития им. П.Г. Щедровицкого», в истории не найти более важного партнера для технологического предпринимателя, чем инженер-изобретатель.

Можно смело считать, что с тех пор, как сложившееся в своих общих формах к XV веку конструктивное мышление «кристаллизовалось» в инженерной деятельности, экономическое развитие стало определяться технологическим разделением труда.

Адам Смит показал эффекты этого процесса на примере специализации операций в мастерской по изготовлению обычных булавок ("Исследование о природе и причинах богатства народов", 1776 год). Рост производительности труда при переходе от ремесленного способа организации труда, когда всю булавку от начала до конца делает целиком один ремесленник, к технологическому способу, когда создание булавки разбивается на 18 операций, каждую из которых выполняет отдельный специалист, составил 200–250 раз. Именно увеличение глубины разделения труда Смит предложил рассматривать в качестве единственного источника формирования богатства.

Его современникам и даже более поздним мыслителям эта мысль казалась слишком радикальной. Однако сегодня мы понимаем, что он был прав: вклад, который делают в мировую экономику природные ресурсы и системы их обращения, уже давно несопоставимо мал по сравнению с вкладом инженерных изобретений. За пятьсот лет партнерство между изобретателем и предпринимателем породило по крайней мере три крупных вида профессиональной инженерной деятельности: конструирование, проектирование и, наконец, прикладное научное исследование.

Сегодняшнее изобретательство, по крайней мере то, которое мы видим в Европе, – это высокоспециализированная профессиональная деятельность, в которой в разных функциях участвуют прикладные исследователи, разработчики инженерных решений, технологи индустриальных процессов, системные инженеры, производя различные типы изобретательских знаний. Конвейер по производству изобретений собран, комплектующие поставляются точно в срок, производительность отдельных участков синхронизована, на выходе – серийный продукт с развивающимся стандартом качества.

Параллельно с разделением труда в изобретательстве росла и экономическая роль технологических предпринимателей, по сравнению с вкладом в экономику тех, кто делает деньги на «перераспределении» ресурсов – войнах, торговле, администрировании и так далее. Источником бизнеса и прибыли для технологических предпринимателей стал поток инженерных новшеств – он создал пространство шансов, которые предприниматели научились использовать для создания ранее не существовавших типов деятельности. Йозеф Шумпетер довел эту мысль до предела («Теория экономического развития», 1912 год). Для него предприниматель – это исключительно технологический предприниматель, только тот, кто производит инновации. Он ломает старые структуры рынков и создает на их месте новые, осуществляя «созидательное разрушение». Фактически Шумпетер не только ввел предпринимательство как ведущую

позицию в процесс производства экономического развития, но и поставил знак равенства между инновацией и продуктом предпринимательской деятельности, дав теоретическое обоснование инженерно-предпринимательскому партнерству.

Фредерик Тейлор, инженер-механик по образованию и главный инженер нескольких промышленных предприятий, видя разрыв между возможностью кратного роста эффективности производств и тем, что делают их реальные руководители, приносит в сферу руководства опыт организационного развития из сферы изобретательства и инженерии. Его «научные принципы организации труда» – это прямой перенос метода разделения и специализации работ по производству различных типов инженерных знаний в сферу руководства, организации и управления. Тейлор расщепляет знание, необходимое для управления технологически усложняющимся производством, на 8 различных групп – видов менеджерской деятельности, размещая их в буквальном смысле слова на разных уровнях, этажах организационно-управленческой деятельности. Вслед за Тейлором его ученик и соратник инженер Генри Гантт вместе со своими коллегами, Каролом Адамецким и Вальтером Поляковым, создает первые профессиональные управленческие инструменты – карты-схемы для производственного планирования, известные любому студенту первого курса менеджмента как «диаграммы Гантта».

В числе пионеров новой эпохи, тех, кто сумел в полной мере использовать результаты Тейлора и его последователей, оказался Генри Форд, с нуля построивший первую технологическую транснациональную корпорацию. Это не удивительно – ведь практическая работа Тейлора в тот период сталкивалась с жестким сопротивлением профсоюзов рабочих, инвесторов капитала и многих инженеров, поскольку была ориентирована прежде всего на восстановление в старых компаниях утраченных функций технологического предпринимательства. Гантт, описывая предназначение своих диаграмм, характеризовал их как «условия функционирования и развития производственно-предпринимательской системы» («Организация труда», 1919 г.).

Последние 25 лет в регионах с высокой плотностью изобретательской активности можно встретиться с ранее не существовавшим феноменом – серийным технологическим предпринимательством. У этой новой формы организации предпринимательского процесса еще нет общепринятого имени – их называют инновационными сетями, предпринимательскими артелями, стартап-студиями или фабриками по производству стартапов. Но всех их объединяет одна характеристика – их массовым продуктом стали новые технологические бизнесы. Они серийно замысливаются, разрабатываются, производятся и продаются.

В английском Кембридже предпринимательская артель, одним из лидеров которой является Герман Хаузер, производит в год десятков новых компаний, а в целом сотысячный университетский городок создает более сотни стартапов в год. В бельгийском Лёвене Leuven research and development, учрежденный 40 лет назад как центр трансфера технологии, но сегодня являющийся уже фактически независимой от университета организацией, создает полтора десятка стартапов в год, а весь Лёвенский кластер (тоже со сотысячным населением) – 40-50. Частно-государственная российская сеть фабрик стартапов – нанотехнологических

центров – производит уже несколько лет подряд по 200 компаний ежегодно, однако их реальные успехи уступают зарубежным. Это уже не отдельные случайные вспышки – перед нами новый, набирающий обороты венчурно-строительный тип бизнеса. Его не нужно путать с венчурными фондами, выполняющими исключительно функцию инвестирования собранного из разных источников капитала в не-ими-создаваемые стартапы.

Серийное строительство технологических компаний – это вторжение в святая святых предпринимательства, ставка на превращение в новую профессию того, что ранее считалось неопиываемым и непередаваемым искусством немногих гениев бизнеса. Эта попытка похожа по своей логике на ту, что была начата 120 лет назад и реализовалась в создании профессии организатора-менеджера. Еще на 300 лет раньше нормировке и массовизации была успешно подвергнута инженерная работа.

Наличие изобретения – будь то новый технический принцип, сложное инженерное устройство или производственная технология – еще ничего не говорит о том, какой бизнес можно создать на его основе. Мы знаем десятки уникальных инженерных решений, которые так и не были использованы в экономике. Мы знаем также тысячи изобретений, на основе которых не удалось построить устойчивых бизнесов.

Й. Шумпетер считал инновацией не само изобретение, а реализованный способ его использования в системах технологического разделения труда. Ведь заранее никогда не известно, что конкретно из технологически реалистичного «меню изобретений», будет оправданно экономически.

Именно за этот процесс отвечают предприниматели, путем реализации своих бизнес-экспериментов исключая из рассмотрения бесчисленные варианты и проекты.

Они вкладывают в создание новой деятельности единственный невозполнимый фактор – свое время. Первый из предпринимателей, кто достигает результата, становится своеобразным монополистом.

Не за счет выдавливания с рынков конкурентов, а в силу того, что он приходит в новую систему разделения труда первым, а точнее, создает ее. Все остальные участники «инновационного забега» попадают по отношению к нему в догоняющую позицию. В этой ситуации, чтобы вернуть себе лидерство, они могут принять и зачастую принимают важнейшее решение: сэкономить время за счет покупки того, что сделал первый предприниматель.

Компания Samsung, сделавшая ставку на лидерство в смартфонах за счет гибких экранов, серийно покупает стартапы, разрабатывающие нужные ей пакеты технологий. В этой же логике действует Siemens, приобретая за несколько сот миллионов евро бельгийский стартап LMS, создавший лучшую на тот момент в мире технологию 3D-симулирования и моделирования сложных мехатронных систем для авиации, двигателестроения и других областей применений. Примеры можно продолжать до бесконечности.

В ситуациях смены технологических платформ и запуска новых витков технологических революций время, которое неизбежно нужно затратить на выбор и включение изобретения в индустриальный оборот, становится определяющим

фактором стоимости новых компаний и критическим параметром успешности для растущих бизнесов. Можно смело сказать, что именно затраченное на процесс бизнес-экспериментирования время, свернутое в форме новой компании, и является тем продуктом, который продает предприниматель. А покупателем становится тот, для кого – в силу увеличившейся скорости технологических изменений и экономической бессмысленности попыток делать все в одиночку – время стало «дороже денег».

В практике серийных предпринимателей последнего десятилетия можно найти немало ситуаций, когда ими принимались решения продать сделанный стартап за более низкую цену, но только той компании, которая готова его была принять, не уничтожив.

Способные на такое «умное» действие компании, чей возраст вряд ли превышает 25–30 лет, часто называют корпорациями третьего поколения, чтобы отличить их от классических транснациональных корпораций XX века.

Так, например, компания ASML –мировой лидер в производстве литографических машин – не только выстроила распределенную сеть, состоящую из тысяч поставщиков, производящих 95% всех нужных ей комплектующих, но и создала консорциумы R&D-партнеров, оставив за собой лишь самые сложные техпроцессы. Размер технологического аутсорсинга первой литографической компании мира достиг за последние десять лет 50% от всего объема разработок, необходимых для развития этой технологии.

Сегодня ASML делает еще один шаг, разрывающий традиционные управленческие шаблоны, – она формирует альянсы с серийными технологическими предпринимателями, фактически ставя им техническое задание на создание нужных для будущего развития компании новых видов бизнеса. Глубокая взаимная аффилированность бизнеса превращается из запрещенного приема в ключевую характеристику предпринимательства в эпоху новой промышленной революции.

Как предприниматель ориентируется в избыточном объеме изобретений и выделяет технологии, которые могут стать бизнесом нового поколения?

Кейс ASML – это пример новой, но уже высокоразвитой индустрии – нанoeлектроники. Чаще современному технологическому предпринимателю приходится иметь дело с созданием еще не сложившихся систем разделения труда, в которых пока нет крупных игроков и выстроенных цепочек добавленной стоимости. Откуда в такой ситуации серийный предприниматель знает, что делать? Как он ориентируется в изобретениях, производимых инженерами в избыточном объеме, и выделяет технологии, которые становятся кандидатами для создания на их основе бизнесов нового поколения?

Отвечая на этот вопрос, наше воображение рисует подобие рынка-базара, бродя между торговыми рядами которого герой-предприниматель волевым образом принимает решения – интуитивно выбирая перспективные разработки. Вероятно, сегодня можно встретить и такой способ работы предпринимателя, но он также далек от реальности серийного венчуростроителя, как конвейер Форда от бутиковых автомастерских конца XIX века. За последние десятилетия

партнерство изобретателя и предпринимателя сделало гигантский шаг в сторону технологизации работы по производству предпринимательских шансов.

Любое отдельное изобретение – вне зависимости от своих тактико-технических характеристик – приобретает свою ценность только в связи с его возможным участием в длинной технологической цепочке. Условиями успешности отдельных технологических ставок серийного венчуростроителя является, во-первых, взаимная состыкованность параметров конкретной технологии с соседними участками цепочки и, во-вторых, экономическая эффективность всей, еще только создаваемой системы технологического разделения труда.

Бессмысленно вкладываться в создание технологии сверхпроизводительного оборудования для плетения композитов, если, с одной стороны, она не может быть обеспечена достаточным объемом необходимого материала, а с другой – достаточным масштабом использования ее продукта потребителями. Фактически в ситуации еще-не-сформированной индустрии серийный технологический предприниматель инвестирует свое время и ресурсы одновременно по всей длине будущей цепочки добавленной стоимости или, во всяком случае, на основе интегральных оценок ее устройства и темпов формирования. Его сегодняшние приоритеты действий зависят от того, какие новые деятельности в складывающейся системе разделения труда отстали в темпах своего развития от других видов деятельности, растущих интенсивнее. Его оперативное пространство – это своего рода интерактивная карта, на которой видны уровни зрелости отдельных элементов будущей цепочки добавленной стоимости, включая так называемое конечное потребление.

На экранах, расположенных в «ситуативной комнате» венчуростроителя, отображаются действия, которые осуществляют все те, кто вместе с ним трудится над созданием новой индустрии, – планы и программы инженеров, инвестиции технологических компаний и, конечно, действия других предпринимателей. Только имея перед собой такое регулярно обновляющееся знание, серийный предприниматель может принимать решения о своих приоритетах в каждый конкретный момент времени.

Функцию своего рода штабов для строителей технологических компаний выполняют сегодня новые формы инженерно-предпринимательских партнерств. В 2014 году на территории хай-тек кампуса Эйндховена открылся центр Solliance – крупнейший в мире альянс в сфере интегрированной в поверхности фотовольтаики (BIPV). Свои работы в данном направлении объединили четыре крупных европейских технологических центра (IMEC, ECN, TNO, Julich), группа ведущих инженерных университетов (Эйндховена, Дельфта, Лёвена, Хасселта и др.), несколько десятков компаний-разработчиков и производителей сложного оборудования и материалов (VDL, DSM, Roth & Rau и др.) и те технологические компании, которые планируют использовать технологии BIPV в своем развитии (среди них – немецкий гигант металлургии Thyssen-Krupp). На одной площадке была собрана не только вся будущая производственная цепочка в индустриальном масштабе технологий, но, что самое главное, партнерами друг другу стали те

игроки, которые претендуют на занятие различных бизнес-позиций в будущей системе разделения труда.

В периоды смены технологических платформ ключевую роль в создании новых технологий играют некэптивные (независимые от крупных корпораций) инженерные центры и разные виды их консорциумов. Экономическая устойчивость и независимость современных R&D-центров невозможна без таких моделей кооперации с предпринимателями, которые позволяли бы инженерам передавать в индустриальный оборот максимальное количество своих изобретений. Для этого, с одной стороны, они вовлекают широкий круг предпринимателей и компаний в постановку задач на свои разработки, а с другой – разделяют между ними свои затраты, делая технологии финансово доступными.

Вот несколько примеров. Ученые израильского Weizmann institute of science осуществляют прикладные исследования, некоторая часть которых патентуется. Решение о том, какие именно результаты патентовать, принимает независимый от института предпринимательский совет (институт не ведет контрактных работ ни с одной корпорацией в мире). Лицензии на использование патентов передаются бесплатно – на условиях будущего роялти. И это притом что средний срок от публикации результатов ученых до появления продукта на прилавке составляет 15–20 лет. Такая схема открывает доступ к передовым исследованиям любому технологическому предпринимателю, знающему, как именно он собирается использовать содержание патента. Об этой особенности научно-технического бизнеса в Израиле я уже писал в своих опубликованных ранее статьях.

Ключевой рабочий принцип венчуростроительства состоит в том, чтобы выделить и сфокусировать усилия инженерной команды стартапа только на технологическом ядре будущего бизнеса, раздав все без исключения иные задачи на аутсорсинг. Когда мы здесь используем термин аутсорсинг, мы говорим не столько о функциях, обеспечивающих создание компании, – юридической, финансовой, бухгалтерской, отчетной и прочих. В первую очередь речь идет о передаче вовне стартапа большей части технологических процессов – начиная от индустриального дизайна и прототипирования до разработок отдельных комплектующих и серийного производства продукта.

Частным следствием такой модели является структура бюджета типового стартапа – в нем доля расходов на персонал не может превышать 20–30%. Это зачастую противоречит стандартам, по которым осуществляют финансовую поддержку инноваций большинство как российских, так и зарубежных государственных институтов развития.

Сосредоточенность команды на одном ключевом узле бизнеса приводит к кардинальному ускорению инженерной работы. Посчитайте, сколько часов каждый день каждый из нас тратит на второстепенные задачи, – опыт показывает, что это время составляет от 50 до 70% продолжительности рабочего дня. Помимо снижения прямых потерь времени, максимальная сфокусированность позволяет задействовать и фактор «длины пробега» – объема накопленных, как говорится, «на кончиках пальцев» инженеров знаний и умений.

Исследования показывают, что успешность в любой инженерной профессии напрямую зависит от того, как долго человек не прерывает свой труд в

конкретной специализации. Те, кто последовательно углублялись в одном направлении более 10 тысяч часов, автоматически попадают в тридцатку лучших специалистов по данному вопросу в мире. Непрерывные усилия объемом более 20 тысяч часов – позволяют инженеру претендовать на одну из лидерских позиций.

Оперативно распределить все задачи, не относящиеся к базовому процессу новой компании, венчуростроитель может только там, где он имеет доступ к соответствующим технологическому профилю стартапа видам деятельности. По отношению к процессу создания стартапа они фактически играют роль инфраструктуры. В операционном плане важна не только физическая близость инфраструктур, готовых оказывать технологические услуги, но и бизнес-модель их работы. Поэтому основой любого современного кластера, адекватного требованиям серийного предпринимательства, становятся открытые контрактные технологические сервисы и производства.

Эта бизнес-модель предполагает отсутствие у сервисных технологических компаний собственного продукта, ставку на увеличение скорости и снижение стоимости инженерно-производственных процессов и, наконец, гибкий, зависящий от сложности получаемых задач способ формирования цены на свои услуги. В мехобработке возможность построения таких «инфраструктурных» бизнесов открыло сочетание последних поколений CNC и индустриальных аддитивных технологий; в промышленных биотехнологиях – роль инфраструктуры выполняют геномный сиквенс и геновая инженерия.

Я неоднократно писал о перспективах 3D печати. Ведь с помощью 3D-технологий можно изготовить практически любую копию человеческого органа.

Имплантированные в тела животных части костей, мышцы и хрящи, изготовленные на 3D-принтере, функционируют нормально.

Прорывное открытие дает возможность использования живых тканей для восстановления поврежденных органов.

Врач-профессор Мартин Бирчелл из Лондонского университетского колледжа назвал новую технологию "гусыней, которая несет золотые яйца".

Идея интегрировать индивидуальные стволовые клетки человека в изготовленную на 3D-принтере точную копию поврежденного органа способна совершить революцию в регенеративной медицине.

Заменить сломанную челюсть, поврежденную сердечную мышцу или вернуть человеку отсутствующее ухо с помощью такой технологии не составит большого труда.

На сегодняшний день главной проблемой трансплантации искусственно регенерированных органов остается сложность поддержания их жизнеспособности – ткани толщиной свыше 0,2 мм испытывают нехватку кислорода и питательных веществ.

Команда американского медицинского центра Wake Forest разработала новую методику, которая позволяет изготавливать при помощи 3D-принтера живую ткань, пронизанную микроканалами. Ткань имеет губкообразную основу, что позволяет питательным веществам и нейронным сетям проникать в ее структуру.

Для 3D-печати частей тела используется интегрированная регенеративная система.

Технология представляет собой интегрированную систему, часть которой отвечает за рост тканей, другая – за изготовление на 3D-принтере точной копии заменяемого органа.

Исходный материал состоит из биоразлагаемого пластика, который формирует внешнюю структуру воссоздаваемого органа, и геля на водной основе, который содержит клетки и стимулирует их рост.

Испытания на животных показали, что после имплантации пластик постепенно разрушается, а его место занимает естественная структурная матрица из белков, продуцируемых клетками.

Кровеносные сосуды и нервы врастают непосредственно в имплантаты.

Как говорит профессор Энтони Атала, ведущий исследователь центра Wake Forest, в настоящее время уже можно печатать и человеческие ткани, но ученые хотят дождаться окончания тестов на животных, чтобы понять, насколько прочны воссозданные органы.

Как бы то ни было, 3D-печать открывает новые возможности для медицины. "Предположим, к нам поступил пациент с травмой челюсти, часть которой отсутствует. Мы делаем пациенту томографию, затем передаем данные на принтер, и он создаст недостающую часть челюстной кости, которая будет полностью подходить больному", – рассказал профессор Энтони Атала.

Технологии с использованием биоразлагаемых материалов, которые затем пропитывают раствором со стволовыми клетками, уже применяются.

Два года назад в медицинском центре Wake Forest проводились опыты по пересадке выращенных в лаборатории женских половых органов, но в целом возможности таких процедур ограничены из-за проблем с сохранением жизнеспособности клеток.

В их недавнем эксперименте были созданы самые различные виды тканей – мышцы, мягкие хрящи и твердые кости, – что свидетельствует о широчайших возможностях новой технологии.

Последние несколько лет технология 3D-печати проникает во многие сферы, приводя к удивительным открытиям, разработкам и новым методам производства.

В 2015 году доктора из университетского госпиталя Саламанка в Испании провели первую в мире операцию по замене поврежденной грудной клетки пациента на новый 3D-напечатанный протез.

Человек страдал редким видом саркомы, и у врачей не осталось другого выбора. Чтобы избежать распространения опухоли дальше по организму, специалисты удалили у человека почти всю грудину и заменили кости титановым имплантатом.

Как правило, имплантаты для крупных отделов скелета производят из самых разных материалов, которые со временем могут изнашиваться. Помимо этого, замена столь сложного сочленения костей, как кости грудины, которые, как правило, уникальны в каждом отдельном случае, потребовала от врачей провести

тщательное сканирование грудины человека, чтобы разработать имплантат нужного размера.

В качестве материала для новой грудины было решено использовать титановый сплав. После проведения высокоточной трехмерной компьютерной томографии, ученые использовали принтер Arcam стоимостью 1,3 миллиона долларов и создали новую титановую грудную клетку. Операция по установке новой грудины пациенту прошла успешно, и человек уже прошел полный курс реабилитации.

Технологии 3D-печати привели к появлению уникальной новой индустрии – печати и продаже ДНК. Правда, термин «печать» здесь скорее используется именно для коммерческих целей, и необязательно описывает то, что же в этой сфере происходит на самом деле.

Исполнительный директор компании Cambrian Genomics объясняет, что данный процесс лучше всего описывает фраза «проверка на ошибки», нежели «печать». Миллионы частей ДНК помещаются на крошечные металлические подложки и сканируются компьютером, который отбирает те цепи, которые в конечном итоге должны будут составлять всю последовательность ДНК-цепочки. После этого лазером аккуратно вырезаются нужные связи и помещаются в новую цепочку, предварительно заказанную клиентом.

Такие компании, как Cambrian, считают, что в будущем люди смогут благодаря специальному компьютерному оборудованию и программному обеспечению создавать новые организмы просто для развлечения. Конечно же, такие предположения сразу же вызовут праведный гнев людей, сомневающихся в этической корректности и практической пользе данных исследований и возможностей, но рано или поздно, как бы мы этого хотели или не хотели, мы к этому придем.

Сейчас же ДНК-печать демонстрирует немногообещающий потенциал в медицинской сфере. Производители лекарств и исследовательские компании – вот список первых клиентов таких компаний, как Cambrian.

Исследователи из Каролинского института в Швеции пошли еще дальше и начали создавать из ДНК-цепочек различные фигурки. ДНК-оригами, как они это называют, может на первый взгляд показаться обычным баловством, однако практический потенциал использования у этой технологии тоже имеется. Например, его можно будет применять при доставке лекарственных средств в организм. В начале 2015 года сфера робототехники одержала большую победу, когда группа исследователей из Калифорнийского университета в Сан-Диего объявила о том, что провела первые успешные тесты с применением наноботов, которые выполнили поставленную перед ними задачу, находясь внутри живого организма. Живым организмом в данном случае выступали лабораторные мыши. После помещения наноботов внутрь животных микромашины направились к желудкам грызунов и доставили помещенный на них груз, в качестве которого выступали микроскопические частички золота. К концу процедуры ученые не отметили никаких повреждений внутренних органов мышей и тем самым подтвердили полезность, безопасность и эффективность наноботов. Дальнейшие тесты показали, что доставленных наноботами частичек золота в желудках

остается больше, чем тех, которые были просто введены туда с приемом пищи. Это натолкнуло ученых на мысль о том, что наноботы в будущем смогут гораздо эффективнее доставлять нужные лекарства внутрь организма, чем при более традиционных методах их введения. Моторная цепь крошечных роботов состоит из цинка. Когда она попадает в контакт с кислотно-щелочной средой организма, происходит химическая реакция, в результате которой производятся пузырьки водорода, которые и продвигают наноботов внутри. Спустя какое-то время наноботы просто растворяются в кислотной среде желудка. Несмотря на то, что данная технология разрабатывается уже почти десятилетие, только в 2015 году ученые смогли провести ее фактические тесты в живой среде, а не обычных чашках Петри, как делалось много раз до этого. В будущем наноботов можно будет использовать для определения и даже лечения различных болезней внутренних органов, путем воздействия нужными лекарствами на отдельные клетки.

Графен – необычная аллотропная модификация углерода, состоящая всего из одного слоя атомов, уже не раз обнаруживала все новые и новые неожиданные свойства. Ученые под руководством Майкла Кромми, сотрудника отдела материаловедения в Национальной лаборатории имени Лоуренса в Беркли и профессора физики в Калифорнийском университете в Беркли сообщают о создании псевдомагнитных полей, намного больших по силе, чем любые магнитные поля, когда-либо получаемые в лабораторных условиях – и все это лишь приложением механического напряжения к листу графена. «Мы экспериментально показали, что тогда, когда графен растягивается с образованием нанопузырей на платиновой подложке, электроны в нем ведут себя так, как если бы они были подвержены действию магнитного поля индукцией свыше 300 тесла – хотя никакого магнитного поля к ним не прикладывалось», – пишет Кромми. «Это совершенно новое физическое явление, не имеющее аналогов». Текущий рекорд для полученного в лаборатории традиционным путем постоянного магнитного поля – 85 тесла, выше магниты просто разрушаются сами собой. В данном случае никакого магнитного поля нет, но электроны все равно ведут себя так, как будто к ним приложено магнитное поле с невероятной индукцией в сотни тесла – в десятки миллионов раз сильнее магнитного поля Земли. Сама идея появления псевдомагнитных полей при деформации графена была высказана теоретиками совсем недавно – в начале 2010 года испанский физик Франциско Гинеа (Francisco Guinea) из Мадридского института материаловедения (Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC) предсказал, что при растягивании графена по трем кристаллографическим направлениям электроны в нем будут вести себя подобно электронам в сильном магнитном поле. Причиной этого является изменение длины связей между атомами и, следовательно, движения свободных электронов между ними. В классической физике электроны в магнитном поле двигаются по циклотронным орбитам, имеющим форму окружности. В квантовой механике, однако, циклотронные орбиты квантуются, делясь на дискретные энергетические уровни (уровни Ландау). Количество электронов на каждом уровне зависит от силы магнитного поля – чем сильнее поле, тем на более высокие уровни «забираются»

электроны и тем больше электронов на каждом уровне. Именно это и происходит в деформированном графене, но без магнитного поля. Это удивительное явление было открыто почти случайно, при исследовании слоев графена на платиновой подложке с помощью сканирующего туннельного микроскопа. Обнаружив аномальные изменения электрического тока в графене, Кромми показал их теоретику из Бостонского университета Антонио Кастро-Нето (Antonio Castro Neto), находившемуся в лаборатории имени Лоуренса совершенно по другому вопросу. Микроскопия показала появление на поверхности графена нанопузырей – треугольных деформаций, похожих по форме на маленькие пирамидки высотой от четырех до десяти нанометров. Нарушение плотности электронных состояний было связано именно с ними. Эффект проявляется даже при комнатной температуре. Данная работа открывает широчайшие перспективы в науке и технологии, обещая множество важнейших практических приложений и фундаментальных научных открытий – и все это благодаря необычным свойствам графена.

В 2011 или 2012 году на рынке появится первое устройство, созданное с применением инновационного материала графена, это будет мобильный телефон с принципиально новым сенсорным экраном. В то же время компьютерные чипы на основе графена могут получить распространение не ранее чем через десять лет, считает Нобелевский лауреат Новоселов. По словам экспертов, графеновый сенсорный дисплей, в отличие от ныне существующих, будет намного более устойчивым к износу, фактически "вечным". Графен также может найти применение при изготовлении телевизионных экранов, световых панелей и солнечных батарей. В сообщении Шведской академии о присуждении Нобелевской премии говорится, что в будущем из пластика с добавлением графена могут производиться спутники, самолеты и автомобили, необыкновенно легкие и прочные. Ученые также предсказывают, что графен – слой углерода толщиной в один атом – придет на смену кремнию при производстве транзисторов. Изготовленные из них компьютерные микросхемы будут работать быстрее, чем кремниевые. "Идея практического применения графена витает в воздухе. Многие компании, которые этим занимаются, в частности, Samsung, предполагают выпустить первые продукты, которые основываются на этом материале, в 2011-2012 году, – сказал Константин Новоселов. – Я очень надеюсь, что практическое применение скоро будет очевидно для всех. Вы сами подумайте: у вас есть материал, самый тонкий из всех, которые можно создать. Это самый прочный материал, который можно получить, самый эластичный, самый проводящий, у него есть еще с десятков свойств, к которым применимо слово "самый". В частности, одним из первых его применений будет прозрачное проводящее покрытие, которое применяется в жидкокристаллических дисплеях, в солнечных батареях". "Что касается использования графена при производстве компьютеров, это, конечно же, очень далеко идущие планы, – продолжает Новоселов. – Графен не заменит кремний в течение по крайней мере следующих десяти лет. Причина не в том, что кремний плох или хорош или графен плох или хорош. У нас недостаточно умения, чтобы производить те транзисторы, которые мы хотим произвести из графена. Мы можем сделать один-два, но сделать тысячи

и десятки тысяч, которые необходимы для микропроцессора, мы не умеем. И мы не умеем делать это ни из графена, ни из кремния. Но в других электронных приложениях этот материал может вполне найти применение, например, в высокочастотных транзисторах для мобильных телефонов, сверхбыстрых оптических датчиках для оптоволоконной связи. Это все вполне реально", – сказал нобелевский лауреат. Физик Новоселов не планирует открывать собственную компанию для коммерческого использования своего открытия. "Нет, это занимает очень много времени. Я получаю намного больше удовольствия, если занимаюсь физикой". "Мы сотрудничаем с Samsung, какое-то время мы работали с IBM, но сейчас мы передали это нашим студентам, которые открыли свою фирму, – говорит Новоселов. "Есть много компаний, которые мы консультируем. Мы сотрудничаем с военно-воздушными и военно-морскими силами Америки", – добавил он. Пентагон финансирует разработку компанией IBM радиочастотных транзисторов на основе графена". Константин Новоселов заявил, что у него были контакты с представителями российской компании "Роснано". "Я разговаривал с людьми из "Роснано", рассказывал им про возможности графена. Но ни о чем конкретном мы пока не говорили", – сказал ученый. "Мы не занимаемся доработкой этого материала для его практического приложения, – пояснил нобелевский лауреат. – Мы занимаемся "вкусными" вещами, чтобы выявить какие-то интересные свойства, то, чего раньше никто не видел. Идей масса. Этот материал только начали изучать. Разумеется, мы будем делать это и дальше. Работы еще непочатый край", – говорит Константин Новоселов.

Мне кажется, вышеприведенное убедительно показывает как высокую эффективность фундаментальной науки, так и необходимость инновационного инжиниринга, которым, как правило, не следует заниматься именно самим ученым. Но не только в медицине и электронике имеются большие достижения, но и в такой области как строительные материалы.

«В то время как бетон является наиболее широко используемым строительным материалом на земле, он также является крупнейшим источником воздействия на окружающую среду», – говорит Яхья "Джино" Курама, профессор гражданского и экологического строительства и наук о Земле, возглавляющий исследовательский проект. "Большую часть объема бетона составляют наполнители, такие как щебень и гравий. Добыча, обработка и транспортировка наполнителей потребляет большое количество энергии и неблагоприятно влияет на экологию лесных и речных районов». «Своим исследованием я хочу внести свой вклад в усилия, направленные на сокращение этого влияния на нашу природную среду за счет сокращения потребности в природных наполнителях", – утверждает Курама. "Особенно в последующие годы реконструкция и замена стареющей инфраструктуры нашей страны приведет как к увеличению утилизации старого бетонного щебня и спросу на него для нового бетона. Мы должны быть лучше подготовлены, чтобы использовать этот растущий ресурс на более глубоком уровне, на чем и фокусируется мое исследование». Самым большим препятствием для использования переработанного бетона является непостоянство и неопределенность в качестве и свойствах переработанного

материала и недостаток сведений о том, как это непостоянство влияет на прочность, жесткость и надежность железобетонных конструкций. Команда Курамы пытается понять как использование переработанного бетона влияет на поведение железобетонных строений, для того чтобы можно было спроектировать безопасные здания с использованием больших объемов переработанного материала без нежелательных последствий для их функционирования. «Большая часть сегодняшних исследований, как и принятая практика, до сих пор в отношении регулярного использования конструкционного бетона сосредоточена на частичной замене цемента на побочные продукты промышленности, таких как летучая зола, шлак и измельченный кремнезем», – рассказывает Курама. «В противовес, сохранение грубых фракций в значительной степени игнорировалось в США, результатом чего стал большой провал в знаниях, связанных с этими материалами». Исследовательская группа Курамы стала первой, кто исследовал переработанный материал из большого количества источников, тем самым изучая неотъемлемую изменчивость в качестве и свойствах материала. Их исследование также включает вопросы, как долго структура будет продолжать деформироваться в ходе использования при обычных дневных циклах нагрузки в условиях окружающей среды, а также изучает потенциал использования переработанных фракций в сборных железобетонных конструкциях. По словам Курамы: «Из-за сохраняющегося провала в знаниях на сегодняшний день использование переработанных фракций в США было ограничено в основном неинженерным применением, например тротуарами и дорогами, даже несмотря на то, что качество материала, как правило, значительно выше, чем требуется в таких приложениях. Наша конечная цель заключается в разработке необходимой инженерной базы и методов для более широкого использования переработанных наполнителей бетона в конструкционном бетоне, например, в зданиях».

И в заключение статьи хочу привести оригинальные решения в области экологически чистой энергетики.

Израильской компанией Megalim Solar Power строится солнечная башня, которая будет воспроизводить возобновляемую энергию. На необъятных просторах пустыни Негев на юге Израиля, строится новая солнечная башня, высотой 240 метров. Строители надеются, что этот проект сделает солнечную энергию более выгодной. Эта башня будет выше предыдущих, и позволит генерировать до 121 мегаватт энергии. Строительство башни будет завершено к концу следующего года, а стоимость этого проекта составит 3 млрд. шекелей (\$773 млн.). Башня будет производить около 1% электроэнергии для Израиля. Всего доля производства электроэнергии из возобновляемых источников на нужды страны со временем увеличится и составит 10% в 2020 году. Башни подобного типа используют концентрированную солнечную энергию, и являются экономически эффективными для крупномасштабных проектов. По этой причине их использование ограничено, и сосредоточено, главным образом, в США и Европе. Башня видна на километры вокруг, и окружена 50000 зеркалами, которые управляются компьютером, чтобы проецировать солнечные лучи. Сами зеркала крупнее, чем в предыдущих проектах, и ими можно управлять через выделенную сеть Wi-Fi.

Эта башня будет генерировать тепло до 540 градусов по Цельсию, производя пар, который вращает турбину. Это не даст возможности запастись энергией, но решит еще одну проблему, с которой сталкиваются все солнечные башни – вне зависимости от мощности, они убивают большое количество птиц.

Джо Десмонд, старший вице-президент Bright Source по связям с государственными органами и коммуникациям сказал, что они придумали новый метод, чтобы минимизировать ущерб. Они стали распылять по территории экстракт виноградной кожицы, который имитирует запах хищников, отгоняя, тем самым, птиц от башни. Также был разработан алгоритм снижения конвергенции лучей от зеркал, и поэтому воздух вокруг них не так сильно нагревается.

Из вышеприведенного ясно прослеживается тенденция о переходе к новому технологическому уровню, и России нужно успеть принять в нем реальное участие.

Выступая на общем собрании РАН 23 марта 2016 года, член-корреспондент РАН Аскольд Иванчик считает, что наукой должны управлять в первую очередь ученые, а не чиновники. Это не значит, что профессиональные управленцы, финансисты и т.д. не должны участвовать в управлении наукой – напротив, должны, и без них эффективное управление наукой невозможно, но они не должны доминировать, как это происходит сейчас, и их роль должна быть служебной. Если это будет признано всеми сторонами и будут найдены работающие модели взаимодействия, удастся преодолеть и конфронтацию между учеными и чиновниками, которая последние полтора десятилетия, играет крайне деструктивную роль.

Отсюда следует второй тезис: никакие преобразования в области управления наукой не могут проводиться без участия научного сообщества и вопреки его воле, т.е. исходя из чиновнических, а не научных, представлений о целесообразности. Третье положение тесно связано с двумя первыми: никакие изменения не могут проводиться, а существенные решения приниматься келейно и тайно – они должны быть результатом гласного обсуждения с участием научного сообщества и при помощи прозрачных процедур.

Далее Аскольд Иванчик замечает, что мы постоянно сталкиваемся с нарушениями всех этих принципов, в том числе и в самое последнее время. За примерами далеко ходить не надо – вчера наше общее собрание открывало выступление вице-преьера Аркадия Дворковича, значительная часть которого была посвящена относительно свежей новости – слиянию РГНФ с РФФИ.

Как принималось это решение? Совершенно в том же стиле, как и реформа РАН три года назад. 24 декабря правительство утвердило новый состав Совета РГНФ, который провел свое первое заседание 28 декабря. Ни о каком слиянии речи даже не заходило. Хотя слухи о его возможности ходили, никакого гласного обсуждения ни с научным сообществом, ни даже с членами Совета фонда не проводилось.

И вот – спустя всего два месяца после утверждения нового Совета фонда то же самое правительство объявляет о решении его закрыть и присоединить к РФФИ; формирование Совета оказалось лишь отвлекающей спецоперацией. Члены Совета фонда узнали о решении из прессы. Само решение, разумеется,

порождает множество проблем, но о них, похоже, заранее никто из чиновников не думал, и они начинают обсуждаться только сейчас, задним числом. Опять все решено тайно, за спинами ученых, без их участия и без учета их мнения.

Другой пример гораздо более важный. На президентском совете по науке и образованию в январе прозвучало сообщение о том, что только 150 научных организаций в стране являются продуктивными, причем и список этих организаций существует. Оргвыводы из этого заявления пока не сделаны, но есть все основания их опасаться. При этом опять же в тайне держится и сам список и то, кем он составлялся и по каким принципам, а также и с какой целью. Те, кто имел к нему доступ, удивлены этим списком, явно составлявшимся по формальным принципам и под влиянием далеких от науки интересов.

Подобные примеры могут быть умножены, и они у всех на слуху – это и реструктуризация научных организаций, проводимая вопреки интересам науки, а часто и вопреки здравому смыслу, и появившаяся в НКС ФАНО Концепция программного управления научных исследований, реализация которой приведет к созданию феодальной системы в управлении наукой, и формирование там же списка приоритетных научных направлений.

Общее у всех этих начинаний одно – отсутствие прозрачности и келейность в подготовке и принятии решений и игнорирование мнения научного сообщества. Это игнорирование иногда прикрывается декоративными структурами вроде НКС (ред. Научно-координационный совет при ФАНО), который хотя и включает ряд очень крупных ученых мирового уровня, но по большей части состоит из научных администраторов, зависимых от ФАНО.

«Клуб 1 июля», в совет которого входит Аскольд Иванчик, предлагает включить фундаментальные науки в число приоритетных направлений научной политики России, и предложение о подчинении ФАНО Российской академии наук и ограничении его компетенции вопросами хозяйственного управления, и другие не менее важные на наш взгляд предложения.

Оценивая состояние науки в России, д.х.н. Валерий Забористов считает, что процедура развала РАН, если кратко, называется мракобесие. Нет развития промышленности – нет задач для науки.

Был такой Трофим Денисович Лысенко. Было гонение на генетику. Сегодня эта опера продолжается, но в более грандиозных масштабах и на всех фронтах. Правда, сегодня наука не запрещается, но, по факту, она постепенно становится все менее нужной государству и системе сбыта сырья за границу. Были бы другие заботы – все было бы по-другому.

Особенно «восхищает» борьба за землю, здания, сооружения и т.д. Вузам тоже достается, они сегодня объединяются, но чаще не по научному принципу, а по значимости занимаемой и высвобождаемой территории, зданий и т.п. Главная задача объединителей – урвать все, пока на это, как бы, никто не смотрит. Мыши грызут, а кошки спят.

Как неприятно читать вышеприведенные мнения ведущих ученых России, ибо они убивают перспективы развития науки, и, как следствие, не дают надежд на участие России в создании новой технологической перспективы.