

Академик Олег Фиговский,
кавалер ордена «Инженерная слава»

Куда и зачем двигаются российская наука и инновации

*Урал – хребет России...
Сергиев Посад – душа России...
Москва – сердце России...
– Фима, а где у России мозги?
– В Израиле, США, Германии...
(анекдот).*

Россия рекордно рухнула в рейтинге инновационных стран, составляемом агентством Bloomberg. Если в 2015 году РФ занимала в списке 14-е место, то в 2016 опустилась сразу на 12 позиций – до 26-го.

Ни одна из других стран не испытала столь резкого скачка: на максимальные три пункта снизился лишь показатель Японии (в итоге она заняла 7-е место), прочие колебания в рейтинге находятся в диапазоне от -2 до +3 баллов.

Эксперты, опрошенные агентством, связывают ухудшение показателя России прежде всего с санкциями Запада против России и падением цен на нефть. В итоге соседями России в списке оказались Венгрия и Исландия, а от соседей по бывшему СССР – Литвы и Эстонии – РФ отделяет уже менее 10 мест (32-е и 33-е место соответственно). Лидирует в рейтинге Южная Корея, Швеция и Германия.

Показатели инновационной экономики для стран Bloomberg рассчитывает по семи критериям, которыми являются процент высокотехнологичных компаний в экономике, число патентов и самих ученых, их продуктивность, затраты на них, число людей, охваченных высшим образованием, и добавленная стоимость продукции.

Напомним, ранее американский Фонд информационных технологий и инноваций назвал "пакет Яровой" самой вредной за последнее время в мире мерой для инновационного развития.

Первое место в списке 3-й год подряд сохраняет Южная Корея, за ней следует Швеция, которая потеснила в рейтинге Германию.

В десятку стран с наиболее инновационной экономикой также вошли Швейцария, Финляндия (поднялась сразу на две позиции), Сингапур, Япония (опустилась на три строчки), Дания, США и Израиль.

Южная Корея возглавляет рейтинг благодаря самой большой удельной величине расходов на научные исследования и разработки, патентной активности, а также производству с добавленной стоимостью и уровню высшего образования. Швеции удалось обогнать Германию за счет активности индивидуальных предпринимателей, которые стремятся разбогатеть за счет выдвижения новых идей, отмечают аналитики агентства.

Bloomberg Innovation Index рассчитывается на основе семи показателей: затраты на научно-исследовательские работы, продуктивность, концентрация высокотехнологичных компаний, распространенность высшего образования, добавленная стоимость товаров, число регистрируемых патентов и количество исследователей.

В свежем рейтинге Innovation Index Россия не только вылетела из первой двадцатки, но и получила от Bloomberg звание «главного неудачника года», потеряв больше всего позиций в рейтинге, в который вошли 50 стран. Нашими соседями стали Исландия и Венгрия, а в прошлом году – Израиль и Австрия. Наши бывшие соперники в рейтинге за год улучшили свои позиции, поднявшись на одну строчку. Россия же показала одно из крупнейших падений в истории рейтинга.

Аналитики Bloomberg пояснили, что эффект от санкций и падения нефтяных цен «практически уничтожил все достижения последних лет». «Под влиянием санкций и последствий двухлетнего падения цен на энергоносители прошлогодние стабильные показатели России в производстве и производительности труда были утрачены в этом году», – отмечают составители рейтинга.

Россия по-прежнему замыкает тройку лидеров рейтинга по показателю доли дипломированных специалистов или распространенности высшего образования (Tertiary efficiency), сохраняет затраты на

научно-исследовательские работы (R&D intensity) и число регистрируемых патентов (Patent activity), что позволяет сохранить позиции в топ-30. Однако по остальным параметрам демонстрирует значительное снижение, самый глобальный провал – в доле высокотехнологичных компаний (High-tech density, 24-е место в 2017 году против 8-го в прошлом рейтинге).

Помимо санкций и падения цен на энергоносители, еще одной причиной провала в рейтинге Bloomberg стала низкая системность политики по поддержке инновационной деятельности, считает глава департамента проектной и инновационной деятельности Университета ИТМО Нина Яныкина.

По ее словам, возвращение к показателям предыдущих 2 лет возможно за счет улучшения позиций по «проваленным» индикаторам. А это значит, что очень серьезное внимание нужно уделять инфраструктуре и экосистеме, обеспечивающей трансформацию результатов НИОКР в высокотехнологичные продукты, воспринимаемые рынком.

Санкции обеспечили рост в импортозамещении, но потенциал «быстрых» инвестиций уже исчерпан, а масштабные проекты либо еще не запущены, либо вряд ли в ближайшем времени попадут в какие-то рейтинги. «Наша модель экономики – это «труба» для сырьевых ресурсов и оборудования. Мы никуда от нее не ушли и потому проваливаемся в рейтингах», – подчеркивает экономист. Законодательные инициативы по ограничению иностранного участия, «пакет Яровой» тормозят инновации, отдельные успехи российских IT-компаний обнадеживают, но все эти факторы не играют принципиальной роли, уверена представитель НИУ ВШЭ.

«Необходима реформа экономической модели и поиск других драйверов экономики. Это общеизвестные рецепты – стимуляция среднего предпринимательства, развития инновационной структуры с привлечением частного капитала, либерализация законодательства. Все эти вещи обсуждаются, об этом говорил и глава ЦСР Алексей Кудрин, но хватит ли политической воли изменить уже привычную модель «трубы» – неизвестно», – констатирует Елена Рогова, декан Петербургской школы экономики и менеджмента НИУ ВШЭ.

К сожалению, ухудшение состояния экономики России привело к зависанию проекта научно-технологической долины МГУ.

Создание научно-технологической долины МГУ – научного кластера площадью около 100 га – могло, по словам Садовниченко, начаться уже в конце 2015 года. Именно тогда он обратился к Владимиру Путину с просьбой поддержать проект, чтобы университет мог начать строительство. Садовничий анонсировал направления деятельности долины: биомедицина, робототехника, исследования космоса. В разработке проекта долины участвует компания «Иннопрактика» Катерины Тихоновой, которую Reuters называл дочерью российского президента.

Но в марте прошлого года правительство представило свой законопроект «О Технологической долине», где предлагалось отдать территорию долины некой управляющей компании на правах аренды или даже собственности. В экспертном отзыве на законопроект, подготовленном профессором МГУ Владимиром Томсиновым, сказано, что законопроект «безграмотен» и «неконституционен». Вот уже почти год правительственный законопроект не может попасть в Думу. «Правительственный законопроект дорабатывается в Минэкономразвития по итогам анализа позиций, поступивших от заинтересованных органов и организаций, – говорит пресс-секретарь министра экономики Елена Лашкина. – По итогам доработки планируется повторное согласование с органами, определенными поручениями Правительства РФ. Говорить о внесении законопроекта в Госдуму преждевременно».

25 января состоялся попечительский совет МГУ, председателем которого является президент России Владимир Путин, однако вопрос о научно-технологической долине отсутствовал в повестке заседания.

Инновационные технологии являются драйвером экономического прогресса; по мнению компании IBM пять технологий являются наиболее перспективными:

– Одной из этих технологий стала система анализа устной и письменной речи, благодаря которой станет возможным на ранней стадии диагностировать психические отклонения, когнитивные расстройства и нейродегенеративные заболевания.

– Вторая технология – «зрение супергероев». По мнению специалистов компании, через пять лет приборы, позволяющие видеть в диапазонах длины волны, недоступных обычному зрению, будут широко распространены. Это даст новые возможности для изучения окружающего мира.

– Следующий прорыв ожидается в работе с большими данными. Эксперты полагают, что технологии, позволяющие эффективно отбирать и обрабатывать большие массивы информации, помогут найти решение, например, проблем производства продовольствия и энергии.

– Четвертая технология, «лаборатории на чипе», позволит отмечать малейшие отклонения от нормы при анализе жидкостей организма. Таким образом, станет возможным узнавать о нарушениях работы органов и систем задолго до появления симптомов.

– Еще одна разработка направлена на обнаружение загрязнения окружающей среды. Сенсорные технологии, кремниевая фотоника и искусственный интеллект позволят мгновенно находить опасные вещества.

Безусловно, инновационные технологии базируются на научных исследованиях, поэтому американские исследователи опубликовали генеральный план совершенствования науки. Они обратили внимание на несколько проблем на различных этапах производства знания и на возможность их решить только в случае совместных действий всех заинтересованных сторон. К улучшениям на уровне методов они отнесли противодействие когнитивным искажениям, подъем уровня методологической подготовки, привлечение независимой методологической поддержки и стимулирование работы в коллаборациях. Результатом существующих в этой области проблем становится нахождению сигнала там, где на самом деле только шум. Сделать отчеты более полезными поможет предварительная регистрация протоколов наблюдений, большая открытость стандартов и борьба с конфликтом интересов. В настоящее время результаты многих экспериментов попадают не в научные журналы, а прячутся в стол, так как опубликовать стремятся только оригинальные и подтверждающие определенную гипотезу результаты. К несовершенствам исследователи отнесли недостаточную открытость науки – например, авторы менее чем 10% статей по психологии предоставляют доступ к исходным данным. Также науку оздоровило бы более разнообразное рецензирование, в том числе возможность публичного обсуждения на специализированных платформах. Отдельное внимание уделено необходимости отмечать не только работы с новаторскими результатами, но и с другими положительными качествами, такими как эффективность, тщательность и воспроизводимость. «Конечной целью является поиск истины, – говорит Джон Иоаннидис, профессор медицины из Стэнфорда. – Во многих дисциплинах мы пытаемся превратить истину в нечто работающее. Но если наше знание ложно, то оно не сможет ускорить компьютеры, спасти людей или улучшить качество жизни. Все означенные меры направлены на ускорение цикла производства, проверки и подтверждения либо опровержения гипотез научным сообществом».

Систематические исследования в области новых материалов и, прежде всего, наноматериалов, ведутся учеными многих стран. Так, исследователи из Массачусетского технологического университета представили пористый материал, по прочности в десять раз превосходящий сталь. Ученые проанализировали поведение материалов на уровне отдельных атомов структуры. Изучив и протестировав различные трехмерные модели, ученые выяснили, какая структура позволит создать материал наибольшей прочности. Как показало исследование, на основе графена можно создавать различные трехмерные материалы, при этом больше внимания уделяется работе с необычной структурой, чем с самим веществом. «Сам материал можно заменить любым другим. Решающую роль играет его структура», – заметил один из авторов исследования, специалист из Массачусетского технологического университета Маркус Буэлер. Группе ученых удалось спрессовать тонкие слои графена, используя высокие температуры и давление. В результате получился легкий материал, имеющий очень большую площадь поверхности при небольшой массе. Однако, как отмечают исследователи, его структура настолько сложна, что ее воспроизведение традиционными способами практически невозможно. Для тестирования использовались модели, отпечатанные на 3D-принтере. В производстве предполагается применять пластиковую или металлическую основу, с помощью которой можно задать структуру материала.

Ученые из Гарвардского университета Ранга Диас и Айзек Силвера сообщили, что им впервые удалось трансформировать водород в металлообразное состояние. По словам ученых, им пока удалось получить небольшое количество металлического водорода, но со временем, считают они, могут быть найдены способы увеличения производства этого материала. Метод заключался в сжатии емкости, содержащей небольшое количество молекулярного водорода, между двумя искусственными алмазами, в условиях

экстремально высокого давления и сверхнизкой температуры. Под алмазным прессом им удалось достичь давления в 495 гигапаскалей. Это эквивалентно примерно 5 миллионам атмосфер. Алмазные тиски также охлаждались до температуры минус 270 градусов по Цельсию. Целью эксперимента было добиться настолько тесного сближения атомов водорода, чтобы они образовали кристаллическую решетку и стали обмениваться электронами, что свойственно металлам. Авторы сообщают, что материал в тисках приобрел блестящую поверхность, что свидетельствовало об изменении его атомной структуры. "Далее с ростом давления материал стал черным, и мы полагаем, что это произошло потому, что он стал полупроводником, способным поглощать свет", – говорит профессор Силвера. "Затем мы еще более увеличили давление, и материал стал блестящим. Это было очень захватывающее зрелище. Отражательная способность его была чрезвычайно высокой, около 90%. Это примерно равно отражающей способности полированного алюминия", – сказал ученый. Высказываются предположения о метастабильности металлического водорода. Это означает, что даже при возвращении его в условия нормальной температуры и давления он будет сохранять свои свойства. Некоторые ученые считают также, что он будет сверхпроводящим металлом даже при комнатной температуре, что приведет к революции в области передачи и хранения электроэнергии. Американское аэрокосмическое агентство НАСА также проявляет интерес к материалу. Уже сейчас жидкий водород используется в качестве весьма энергоемкого ракетного топлива, однако его металлическая форма может стать новым видом топлива, способным создавать гигантскую тягу и выводить на орбиту более массивные грузы. "Я знаю, что многие специалисты в области высоких давлений высказывают свои сомнения, указывая, что высокая отражательная способность может объясняться присутствием загрязнений в составе алмазов, например, окиси алюминия. Однако если им действительно удалось достичь давления почти в 500 гигапаскалей в алмазном прессе, можно ожидать перехода в металлическое состояние водорода", – заявил исследователь Маркус Кнудсон из Национальных лабораторий Сандии.

Физики Вашингтонского университета в Сиэтле продемонстрировали усиленную нанополостным резонансом электролюминесценцию атомарно тонкого монослойного материала. Обычно, из-за предельно малой толщины 2D-полупроводника такое излучение имеет низкую интенсивность, отсюда следует необходимость интеграции с фотонными устройствами (в данном случае, с нанолазером). Год назад те же ученые сообщили о создании функционирующего лазера с оптической накачкой, в котором использовались 2D-материал и нанополость. Но для практических приложений, таких как высокопроизводительные параллельные вычисления или энергоэффективные ЦОД, оптимальным вариантом являются устройства, работающие только от электричества. В новом опытном образце нанополость усиливает слабое и рассеянное электролюминесцентное излучение монослойного материала и делает его однододовым (направленным). Это делает возможной прямую модуляцию, необходимую для передачи данных. «Наша команда сейчас изучает интеграцию монослойных материалов с платформой нитрида кремния, – сообщил доцент кафедры физики и электротехники Вашингтонского университета Арка Маюмдар (Arka Majumdar). – Благодаря этому мы рассчитываем добиться нужной совместимости с КМОП-процессом, используемым сегодня для изготовления компьютерных процессоров».

Морская пехота и ВМС США начали экспериментальное использование технологии холодного газодинамического напыления для восстановления поврежденных деталей самолетов. С начала 2016 года новым методом были восстановлены чуть более 150 деталей боевых самолетов и ни одну из них техники пока не вернули на повторный ремонт. Для сравнения, при обычных методах ремонта на повторное восстановление возвращаются от 20 до 40 процентов деталей. Технология холодного газодинамического напыления заключается в нанесении металлической пыли на поврежденную поверхность с помощью сверхзвукового газового потока. Поток, обычно азота или гелия, разгоняет частицы порошка диаметром от одного до 50 микрон до скоростей 500-1000 метров в секунду. Ударяясь о твердую поверхность эти частицы деформируются, крепко присоединяясь к ней. Распылителем частиц управляет компьютер. Технология позволяет восстановить поверхность поврежденной детали, убрав, например, микротрещины. Новую технологию военные применяют для ремонта и восстановления деталей с частично утраченными элементами или ржавчиной, а также с изношенными участками. До сих пор такие детали либо выбрасывались, если они использовались в конструкциях с повышенным износом, либо восстанавливались с помощью наваривания недостающих

элементов. При ремонте с помощью наваривания вся деталь подвергалась нагреву, что приводило к ее частичному отпуску, деформации, окислению и снижению ресурса. Благодаря методу холодного газодинамического напыления сама деталь не нагревается, сохраняя свои свойства. При этом восстанавливаемый слой также получается достаточно прочным, чтобы деталь можно было продолжить использовать без каких-либо ограничений. К преимуществам метода военные инженеры относят то, что с его помощью удастся восстановить деталь без микротрещин или пор, способных снизить ее прочность. По сравнению с другим методом восстановления деталей – электролитическим хромированием – холодное газодинамическое напыление требует существенно меньше времени. Для сравнения, для того чтобы восстановить металлическую деталь с помощью одной кварты (946 миллилитров) хромового электролита необходимо около 20 часов. Восстановление той же детали холодным напылением более прочного, чем хром, сплава карбида вольфрама и кобальта занимает не более двух минут. За последний год, в течение которого проводится эксперимент, метод холодного газодинамического напыления использовался для восстановления деталей палубных самолетов дальнего радиолокационного обнаружения E-2 Hawkeye, истребителей F-5 Tiger II, тяжелых транспортных вертолетов CH-53 Sea Stallion и легких многоцелевых и ударных вертолетов семейства H-1 (UH-1 и AH-1). Кроме того, с помощью этого метода отремонтировали один корабельный газотурбинный двигатель LM2500. Первой технологией холодного газодинамического напыления стала использовать Армия США. С середины 2015 года она применяет методику для восстановления и продления сроков службы некоторых элементов управления на тяжелых транспортных вертолетах CH-47 Chinook. С конца 2015 года эту же технологию применяет американская компания Spirit AeroSystems. С помощью холодного напыления компания ремонтирует детали пассажирских самолетов, включая внутренние стенки створок реверсивного устройства турбореактивных двигателей.

Благодаря особенностям структуры метаматериалы могут обладать свойствами, которые не существуют в природе. Новый метаматериал, предложенный американскими учеными, может «переключаться» между двумя противоположностями, становясь мягким и гибким или жестким и твердым. Концепцию необычного метаматериала профессор Мичиганского университета Сямин Мао (Xiaoming Mao) и его коллеги описали в статье, опубликованной журналом Nature Communications. Его твердость определяется двумя вариантами структуры, между которыми переходит материал, меняя твердость на несколько порядков. Геометрию расположения его элементов сравнительно легко изменить, манипулируя ими с торца – и концевые элементы изменят положение, меняя и твердость. Авторы работы отмечают, что топологический переход происходит лишь во внешних слоях метаматериала, которые и являются ключевыми для твердости. При этом внутренняя структура остается прежней, а значит, для перехода материалу требуется сравнительно немного энергии. Пока что необычный метаматериал существует лишь в теории, «на кончике пера», однако современные возможности химии и нанотехнологий вполне позволяют синтезировать молекулы нужной структуры и манипулировать ими. Ученые предполагают, что такие метаматериалы в будущем могут найти применение буквально повсюду. Они могут использоваться дантистами для заполнения полостей в зубе (в мягком состоянии) и формирования пломбы (в твердом) или конструкторами автомобилей, которые моментально делаются мягкими при столкновении.

Химики из университета Бата синтезировали биопластик, используя вещество, которое содержится в смоле хвойных деревьев. Исследователи надеются, что материал, полученный целиком из возобновляемых ресурсов, будет использоваться как упаковка для пищевых продуктов, а также для создания медицинских имплантатов. Сырьем для производства экологических материалов, таких как полилактид (полимолочная кислота), служат возобновляемые ресурсы: кукуруза и сахарный тростник. Помимо этого достоинства, полилактиды также обладают хорошей биосовместимостью, что позволяет использовать их в качестве медицинских имплантатов. Однако одним из существенных недостатков полимеров молочной кислоты является их низкая прочность и эластичность. Чтобы сделать полилактид более гибким, к нему добавляют капролактон, получаемый из нефти. Такая добавка делает биопластик не полностью возобновляемым материалом. Теперь химики из Англии заменили капролактон на пинен – вещество циклического строения, относящееся к классу терпенов, которое получают из смолы хвойных деревьев. Именно пинен придает ели ее характерный аромат. Их работа поможет производить биопластмассу полностью из возобновляемых ресурсов. Пока ученые получили всего несколько

граммов экологичного материала, однако в данный момент химики работают над созданием методики, которая позволит перенести синтез биопластика из лаборатории в масштабное производство.

Американские физики из Окриджской национальной лаборатории разработали уникальный материал, который преобразовывает углекислоту в молекулы этилового спирта. Это особые "наноиглы", которые используя энергию электрического тока, превращают CO_2 в этанол. Ученые признаются, что пришли к важному открытию почти случайно. "Мы просто хотели реализовать первый шаг в этой реакции, но в ходе экспериментов быстро поняли, что катализатор осуществлял всю реакцию сам по себе, без вмешательства с нашей стороны", – заявил один из авторов исследования Адам Рондинон. В последние годы ученые активно пытаются найти способ превращения атмосферного CO_2 в биотопливо и другие полезные вещества. Проблема заключается в том, что медные наночастицы и пластинки преобразуют углекислый газ не в одно вещество, а сразу в несколько десятков молекул. Это делает фактически невозможным промышленное использование подобных расщепителей. Физики из Ок-Риджа решили эту проблему при помощи перспективного наноматериала – графена. Сняв листы графена в своеобразные "гармошки", ученые засеяли их складки наночастицами меди, что привело к тому, что молекулы CO_2 расщеплялись в строго отведенных местах – на вершинах графеновых "наноигл". Ученые утверждают, что их технология почти полностью пригодна для промышленного использования. Причем стоимость подобных катализаторов невысока, и их можно производить в любых количествах. Физики надеются, что их изобретение позволит преобразовывать излишки энергии в спирт, который можно будет использовать, например, в качестве биотоплива. Также с помощью новой технологии можно получить не только этанол, но и другие вещества, немного изменив конфигурацию устройства.

С чего начинается изготовление любой деревянной мебели? Образно говоря, обычно дерево срубают, а уж потом думают, что из него сделать: табуретку, детский стульчик, кухонный стол или шкаф. Традиционный подход к этому вопросу буквально перевернул с точностью до "наоборот" мебельных дел мастер из Великобритании Гэвин Манро. Его мебель сначала растет, как задумано мастером в виде стола, лампы или кресла, а после того, как она достигнет нужных размеров, ее срубают. Фантастика? Вовсе нет! Идея "живой мебели" пришла к Манро, когда он наблюдал за маминым деревцем бонсай, а став взрослым Гэвин создал целую компанию по выращиванию мебели – Full Grown. За последние несколько лет они "вырастили" более 300 "живых" ивовых стульев, буквально "уговаривая" их расти так, как задумал дизайнер. Вся "выращенная" Манро мебель монолитна, она не требует "распила на детали", склеивания или сколачивания гвоздями. Сначала высаживают ивовые деревья, обильно поливая в процессе роста, при этом молодой саженец ивы всего за несколько недель принимает заданную форму будущей мебели и направление ее роста. Следующий этап более долгий, он занимает 2–3 года, пока дерево не укрепится и до 6 лет, пока форма не станет устойчивой. Конечно, чтобы получить эксклюзивный ивовый или дубовый стул, возможно, придется ждать несколько лет, но, во-первых, поля компании уже полны как новых заготовок, так и практически готовых к выходу в свет изделий, а во-вторых, тем они и ценнее, что должны быть "выдержаны, как хороший коньяк". В 2008 году под производство он отвел участок площадью 1 гектар в английском городке Уирксворд. Сейчас там растет примерно 400 стульев, столов и абажуров. Технология выращивания мебели поистине удивительна! Ведь значительную часть работы выполняет природа, мастер лишь корректирует и доводит до блеска каждое изделие. Команда мебельщиков-садоводов занимается выращиванием деревьев вокруг рам и каркасов, превращающихся в стулья, столики, торшеры, светильники, люстры и рамы для зеркал. Проект был запущен еще 10 лет назад и этой осенью будет собран первый значительный урожай зеркал, люстр, светильников, а в 2016 году Манро планирует собрать новый "урожай" из полусотни новых столов и стульев. Пока среди сырья для его новаторской мебели лидирует ива, но уже ведутся эксперименты по созданию живой мебели из орешника, ясеня, клена, платана, дикой яблони, красного и скального дуба. Да и модельный ряд вскоре может значительно вырасти, Манро планирует вырастить комоды и книжные полки. Что касается стоимости такой мебели, то она "кусаются" – примерно 2500 фунтов стерлингов, а светильники и рамы около 1500 фунтов за экземпляр.

Изобрел новый метод производства графена ученый Крис Соренсен. Он основывается на детонации углеродосодержащих материалов в замкнутом пространстве. Другими словами, мы помещаем внутрь прочного контейнера кислород, а также ацетилен или газообразный этилен. Потом с помощью свечи

зажигания взрываем данную смесь, и в результате этого процесса на стенках контейнера формируется графен. Низкая стоимость такого способа оставляет далеко позади существующие сегодня химические и механические способы создания графена. «Мы обнаружили очень легкодоступный способ наладить процесс производства графена в промышленных масштабах, – делится своей радостью Крис Соренсен, – наш способ имеет огромное количество преимуществ перед ныне существующими альтернативами. Во-первых, это очень дешево. Во-вторых, существует возможность для построения крупномасштабного промышленного производства графена. В-третьих, отсутствует необходимость использования вредных химических веществ. В-четвертых, для производства нужна энергия всего одной искры свечи зажигания». Новый способ позволил учёным производить не миллиграммы графена в лабораторных условиях, а сразу перейти на целые граммы, что является серьёзным приростом производительности. Самое удивительное во всей этой истории то, что учёные открыли данный способ совершенно случайно. Во время исследования углеродных аэрозольных гелей произошло возгорание, в итоге которого исследователи получили на выходе графен. Вот так простая случайность привела к маленькой, но всё же революции в производстве одного из самых перспективных материалов современности.

Новый метаматериал, разработанный в Мичиганском университете, предназначен для его переключения от мягкого к твердому состоянию в случае необходимости. Приложенное небольшое механическое напряжение заставляет измениться прочность и твердость поверхности этого материала на несколько порядков ее величины. При этом не страдает ни форма, ни прочность объекта, изготовленного из такого материала. Удивительные свойства новый материал приобрел за счет его уникальной пространственной решетчатой структуры. Он состоит из набора крошечных стержней, соединенных "распорками". Механическое напряжение заставляет стержни изменить свое местоположение друг относительно друга, решетка материала меняет свои топологические свойства и материал становится мягким или твердым в зависимости от вектора прикладываемого напряжения. Поскольку стержни поглощают и рассеивают энергию механического воздействия, структура материала не претерпевает деформаций. Исследователи полагают, что у материала со столь замечательными свойствами имеется весьма широкий ряд областей его применения. Покрышки для велосипедов, мотоциклов и автомобилей, изготовленные из метаматериала, не будут нуждаться в подкачке и смогут адаптироваться к особенностям поверхности движения. Вместо того, чтобы прятать подушку безопасности в рулевое колесо при помощи нового материала можно превратить само рулевое колесо в подобие подушки, которая в момент столкновения "обретет" мягкость и упругость. Более того, в большую "подушку безопасности" можно превратить кузов автомобиля, который будет поглощать и перераспределять энергию столкновения, уменьшая уровень повреждений и последствия от них. «Когда такой автомобиль будет двигаться в обычном режиме, его кузов будет традиционно жесток» – рассказывает Хаоминг Мао (Xiaoming Mao), ведущий исследователь, – «Но в момент столкновения кузов автомобиля станет упруго-резиновым, поглощая энергию столкновения и защищая тем самым пассажиров внутри него».

Химики из Нанкинского и Ляонинского научно-технологических университетов впервые синтезировали стабильную соль незамещенного пентазола – химического соединения, в котором пять атомов азота объединены в пятиугольный цикл. Подобные пентазолу соединения интересны огромным количеством энергии, которое они запасают – на их основе может быть разработано топливо для космических кораблей, также они интересны с точки зрения военных применений. В химии известно немного частиц, полностью состоящих только из атомов азота, но при этом устойчивых при обычных условиях. Это нейтральный азот (N_2) и заряженные частицы: азиды (N_3^-) и пентазиний (N_5^+). Интерес к подобным соединениям вызван тем, что согласно теоретическим расчетам, их производные могут оказаться хорошими взрывчатыми или просто высокоэнергетическими соединениями. Поэтому химики пытаются расширить список этих частиц, синтезируя и стабилизируя новые азотистые кластеры. Один из объектов этого поиска – пентазолы, пятиатомные циклические молекулы, состоящие из атомов азота и одного атома водорода (HN_5). Почти во всех известных стабильных производных пентазолов атом водорода замещен на бензольное кольцо (или другие ароматические ядра). Существовали предположения, что соль, образованная анионом незамещенного пентазола и N_5^+ может оказаться термодинамически устойчивой. В таком случае у азота появилась бы первая ионная аллотропная модификация состава N_{10} . Авторы новой работы использовали для синтеза соли пентазолат-аниона

аналогичный подход. Химики синтезировали замещенный фенилпентазол и использовали для разрыва связи между двумя циклами реакцию окисления. В роли окислителя ученые выбрали *мета*-хлорпербензойную кислоту – это вещество содержит в своей структуре пероксидный фрагмент. В результате химики кристаллизовали устойчивую при комнатной температуре соль строения $(N_5)_6(H_3O)_3(NH_4)_4Cl$. Ученые отмечают, что неожиданно высокая устойчивость (соединение начинает разлагаться лишь при нагреве до 117 градусов Цельсия) связана с кристаллической структурой соли. В ней пентазольный фрагмент соединен водородными связями с катионами аммония и гидроксония. При удалении хлорид-аниона (равно как и при удалении аммония) происходит разложение полиазотистого ядра. Пентазолаты относятся к другому редкому классу веществ – неорганических ароматических ионов. Эти вещества обладают ароматичностью, присущей, например, бензолу. Его изоэлектронным аналогом является циклопентадиенил-анион. Ранее мы сообщали синтезе других неорганических ароматических соединений: дифосфатриазолат-аниона и аналога бензола из кремния и мышьяка.

Группа физиков Национальной лаборатории Лоуренса Беркли и Университета Калифорнии зафиксировала нетипичное поведение металлов: электроны в диоксиде ванадия могут проводить электричество, не проводя тепло. Для большинства металлов отношения электрической проводимости и теплопроводности регулируются законом Видемана – Франца: чем лучше вещество проводит электричество, тем лучше оно проводит и тепло. Но это не так в случае диоксида ванадия, уже известного своими нетипичными свойствами: способностью становиться из диэлектрика металлом при достижении 67°С. «Это совершенно неожиданное открытие, – говорит старший исследователь Цзюньцяо Ву. – Оно свидетельствует о решительном разрыве с законом, известным из учебников, который работал в случае обычных проводников. Оно обладает фундаментальной важностью для понимания основ поведения электронов в новых проводниках». С помощью результатов моделирования и экспериментов с рассеянием рентгеновских лучей ученые смогли узнать пропорцию теплопроводности, свойственную вибрации кристаллической решетки вещества и движений электронов. К их удивлению было обнаружено, что теплопроводность, свойственная электронам, у диоксида ванадия в 10 раз меньше, чем они ожидали на основании закона Видемана – Франца. «Электроны двигались в унисон друг с другом, больше напоминая поток, а не отдельные частицы, как в нормальных металлах, – говорит Ву. – Для электронов тепло – это хаотичное движение. Нормальные металлы эффективно переносят тепло, потому что существует такое множество различных микроскопических конфигураций, куда может переместиться отдельный электрон. А координированное, похожее на марш колонны движение электронов в диоксиде ванадия пагубно влияет на теплопроводность, поскольку возможностей хаотичного движения меньше». Важно то, что объем электричества и тепла, которые диоксид ванадия может проводить, настраивается при помощи других материалов, например, вольфрама. Это позволяет управлять количеством рассеиваемого тепла, меняя состояние диоксида ванадия с диэлектрика на металл и обратно. Открытие физиков может использоваться для рассеивания тепла в двигателях или для повышения энергетической эффективности зданий. «Настраивая теплопроводность, можно эффективно и автоматически рассеивать тепло в жаркие летние дни, благодаря высокой теплопроводности, и предотвращать потерю тепла зимой, из-за низкой теплопроводности», – считают физики.

Военные технологии также становятся двигателями технологического прогресса. Одной из таких областей является ракетостроение. Стоимость запуска ракеты-носителя в современной космонавтике остается довольно высокой, достигая порой нескольких сотен миллионов долларов. Чтобы существенно снизить ее, конструкторы из разных стран мира разрабатывают принципиально новые виды ракетных двигателей, способные выводить полезный груз на орбиту при меньших энергозатратах по сравнению с обычными силовыми установками. На сегодня из различных перспективных проектов такого рода наиболее близки к реализации три. Мы решили разобраться в их особенностях.

Во всем мире в 2015 году были произведены 87 запусков ракет-носителей с различной полезной нагрузкой: 29 запусков пришлось на Россию, 20 – на США, 19 – на Китай, девять – на Европейское космическое агентство, пять – на Индию, четыре – на Японию и один – на Иран. Из этого количества пять запусков были неудачными и окончились потерей двух автоматических космических кораблей и десяти спутников. В 2014 году страны осуществили 92 запуска ракет-носителей, а годом ранее – 80. Сегодня стоимость выведения полезного груза на орбиту составляет от 15 до 25 тысяч долларов за один

килограмм при выводе спутников на геопереходную орбиту, откуда они переходят на геостационарную. Запуск космического аппарата на низкую орбиту обходится дешевле, но все равно достаточно дорого – от 2,4 до 6 тысяч долларов на килограмм. Неудивительно поэтому, что во многих странах ведутся работы по созданию технологий, способных существенно снизить стоимость космических запусков. При этом разные разработчики идут разными путями. Например, американская компания SpaceX занимается созданием ракет-носителей Falcon Heavy с возвращаемой первой ступенью. В компании уверены, что многоразовость первой ступени Falcon Heavy позволит снизить стоимость запуска полезного груза на низкую орбиту Земли до двух тысяч долларов за килограмм и до 9–11 тысяч при запуске на геопереходную орбиту. А американская же компания JP Aerospace занимается созданием многоступенчатой системы запуска, в которой первые две ступени будут представлены дирижаблями. Словом, различных технологий, нацеленных на снижение стоимости запусков, сегодня разрабатывается много. К ним относятся и ракеты-носители с корпусами из современных материалов, и способные на самолетные взлет и посадку ракетопланы, и навигационные системы возвращаемых ступеней ракет. Но главное место среди них занимают новые двигатели. Правда, в этой области чаще всего речь идет об усовершенствовании конструкций уже существующих ракетных двигателей. Например, двигатель Merlin компании SpaceX обладает значительной мощностью, но при этом относится к традиционным жидкостным ракетным двигателям. Впрочем, есть и оригинальные решения, прежде не применявшиеся для ракет-носителей.

В начале 1990-х годов британская компания Reaction Engines занялась разработкой нового типа ракетного двигателя, который потреблял бы существенно меньше жидкого окислителя, но был бы эффективен на всех высотах полета. Предполагалось, что он будет совмещать в себе качества воздушного турбореактивного и ракетного двигателей. Новый проект получил название SABRE (Synergistic Air-Breathing Rocket Engine, синергичный атмосферный ракетный двигатель). Принцип силовой установки относительно прост: при полете в атмосфере для сжигания топлива используется атмосферный кислород, а при выходе в безвоздушное пространство двигатель переключается на использование жидкого кислорода из баков. Согласно проекту, двигатель SABRE получит универсальную камеру сгорания и сопло, по конструкции во многом схожие с подобными элементами обычного ракетного двигателя. На старте и при разгоне SABRE будет работать как обычный прямоточный реактивный двигатель. В полете воздух будет поступать в воздухозаборник, а дальше по специальным обводным каналам – в охладитель и камеру сгорания. В зоне охладителя предусмотрена установка турбины и компрессора: при выходе реактивной струи из сопла воздух будет затягиваться в двигатель и раскручивать турбину, которая в свою очередь будет раскручивать компрессор. Последний станет сжимать охлажденный воздух, что позволит увеличить его подачу в камеру сгорания, а следовательно и полноту сгорания топлива и его энергетическую отдачу. Предполагается, что в атмосферном режиме новый гибридный ракетный двигатель будет работать на скоростях полета до пяти чисел Маха (6,2 тысячи километров в час). По мере увеличения скорости воздух в воздухозаборнике – из-за его резкого торможения и сжатия – будет становиться все горячее и горячее. Это ухудшит его компрессию, а значит, и общую эффективность двигателя. Поэтому для охлаждения поступающего воздуха предполагается использовать специальную сеть трубок диаметром один миллиметр и общей протяженностью около двух тысяч километров. Их установят в воздуховоде. В сами трубки под давлением в 200 бар (197 атмосфер) будет подаваться гелий, выполняющий роль теплоносителя.

По расчетам разработчиков, система позволит охлаждать поступающий воздух с более чем одной тысячи градусов Цельсия до минус 150 градусов Цельсия за одну сотую секунды. При этом сжижения воздуха, способного резко снизить эффективность двигателя, не произойдет. После превышения скорости в пять чисел Маха воздухозаборник будет перекрыт, а двигатель переключится на потребление жидкого кислорода из бака. В таком варианте он сможет функционировать в разреженных верхних слоях атмосферы и в безвоздушном пространстве. В качестве топлива планируется использовать жидкий водород. Испытания отдельных узлов SABRE проводились Reaction Engines с 2012 года и признаны успешными. В настоящее время британская компания занимается сборкой демонстратора технологий двигателя, испытания которого запланированы на конец 2017-го – первую половину 2018 года. В атмосферном режиме этот аппарат сможет развивать тягу в 196 килоньютонов. По своим размерам прототип силовой установки будет соответствовать габаритам турбореактивного

двухконтурного двигателя с форсажной камерой F135. Такие двигатели ставятся на американские истребители F-35 Lightning II. Длина F135 составляет 5,6 метра, а диаметр – 1,2 метра. Эта силовая установка способна развивать тягу до 191 килоньютона в режиме форсажа. Полноценная установка SABRE будет немного крупнее и в атмосферном режиме сможет развивать тягу в 667 килоньютонов. Ее испытания запланированы на 2020–2021 годы. В британской компании полагают, что благодаря ее двигателю ракету-носитель можно будет сделать одноступенчатой. Причем эта единственная ступень станет возвращаемой. Новая силовая установка будет потреблять топлива и особенно окислителя гораздо меньше обычного ракетного двигателя, ведь для полета на атмосферном участке кислород для сжигания горючего предполагается брать из воздуха. Британские двигатели планируется использовать в перспективных американских многоэтажных двухступенчатых космических кораблях, которые, по предварительным расчетам, позволят выводить полезную нагрузку на низкую околоземную орбиту по 1,1–1,4 тысячи долларов за килограмм.

В конце августа 2016 года индийская Организация космических исследований провела первые успешные испытания гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей. Успешное испытание силовых установок состоялось на полигоне Шрихарихота на востоке страны. Для проверки разработчики использовали обычную твердотопливную двухступенчатую ракету-носитель ATV, ко второй ступени которой и были прикреплены гиперзвуковые двигатели. Во время летных испытаний силовых установок исследователи проверили зажигание на сверхзвуковой скорости, устойчивое горение топлива, механизм забор воздуха и систему впрыска топлива. Общая продолжительность полета второй ступени составила 300 секунд, из которых пять секунд работали гиперзвуковые двигатели. Индийские силовые установки, создаваемые в рамках проекта SRE (Scramjet Rocket Engine, гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный ракетный двигатель), работали на скорости полета чуть больше шести чисел Маха. Ступень с двигателями поднялась на высоту 70 километров. Целью первого испытания гиперзвуковых двигателей была проверка стабильности их работы, а не возможности этих силовых установок разгонять носители до гиперзвуковых скоростей. В ближайшее время разработчики планируют завершить обработку данных, полученных во время первого запуска силовых установок, и провести еще серию их испытаний. Предполагается, что гиперзвуковые двигатели будут разгонять вторую ступень ракет-носителей до восьми-девяти чисел Маха.

Технические подробности о своих гиперзвуковых установках индийцы не раскрывают. Однако общая схема таких двигателей, разрабатываемых в нескольких странах мира с 1970-х годов, известна. Гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель отличается от обычных тем, что топливо в его камере сгорает в сверхзвуковом воздушном потоке. При этом воздух для процесса горения подается в камеру прямотоком без использования дополнительных компрессоров. Выглядит это так: набегающий воздушный поток попадает в воздухозаборник, а затем в сужающуюся компрессорную камеру, где сжимается и откуда поступает в камеру сгорания. Что самое интересное, такие гиперзвуковые двигатели могут вообще не иметь никаких подвижных частей. Гиперзвуковые силовые установки способны работать при скорости полета не менее четырех-пяти чисел Маха – именно при такой скорости обеспечивается необходимое сжатие воздуха и стабильное сгорание топлива. Теоретическим верхним пределом скорости гиперзвукового двигателя считаются 24 числа Маха. При этом силовая установка сможет развивать и большие скорости, если в камеру сгорания будет дополнительно впрыскиваться жидкий окислитель. Максимальная высота полета, на которой гиперзвуковые двигатели могут работать без потребности в дополнительном впрыске окислителя, составляет 75 километров. Для сравнения, низкая околоземная орбита начинается с отметки в 160 километров.

Помимо Индии, активными работами по созданию гиперзвуковых ракетных двигателей сегодня занимаются США, Россия, Китай и Австралия. США и Россия планируют устанавливать новые силовые установки на гиперзвуковые боевые ракеты, разведывательные аппараты и истребители шестого поколения. Австралия, ведущая разработки совместно с американцами, тоже намерена оснастить новыми двигателями ракеты. Китай, помимо боевого применения силовых установок, намерен использовать их и в ракетах-носителях. По неподтвержденным данным, гиперзвуковые двигатели будут разгонять китайские ракеты-носители до 10–12 чисел Маха, а боевые ракеты – до 20 чисел Маха. Первые испытания китайской гиперзвуковой ракеты состоялись в июне прошлого года. В США и

России полагают, что использование гиперзвуковых двигателей в ракетах-носителях усложнит, а не упростит их конструкцию. Кроме того, исследователи считают, что такие силовые установки не смогут развивать достаточную для запуска больших грузов тягу. Индийские же и китайские разработчики уверены, что использование гиперзвуковых прямоточных воздушно-реактивных двигателей в ракетах-носителях позволит отказаться от большей части жидкого окислителя, который будет необходим лишь на заатмосферном участке полета. А проблему возможной недостаточности тяги можно будет решить установкой нескольких гиперзвуковых силовых установок, причем выгода от отказа от окислителя нивелирована не будет – совокупная масса двигателей благодаря простой конструкции будет невелика.

Между тем в России специализированная лаборатория «Детонационные ЖРД» научно-производственного объединения «Энергомаш» занимается разработкой спинового детонационного жидкостного ракетного двигателя, работающего на топливной паре кислород-керосин. О первом успешном испытании такой силовой установки было объявлено 26 августа текущего года. Следует отметить, что это первый в мире спиновый детонационный двигатель, разрабатываемый специально для использования на ракетах-носителях. Аналогичную силовую установку сегодня создают и в США, однако ее планируется использовать в качестве более экономичной и эффективной замены газотурбинных двигателей на кораблях ВМС. Изучение принципов работы и разработка детонационных двигателей ведется в некоторых странах мира уже больше 70 лет. Впервые ими занялись еще в Германии в 1940-е годы. Правда, тогда работающего прототипа детонационного двигателя исследователям создать не удалось, но были разработаны и серийно выпускались пульсирующие воздушно-реактивные двигатели. Они ставились на ракеты «Фау-1». В силовых установках таких ракет топливо подавалось в камеру сгорания небольшими порциями через равные промежутки времени. При этом распространение процесса горения по топливу происходило на скорости, меньшей скорости звука. Такое сгорание называется дефлаграцией, оно лежит в основе работы всех обычных двигателей внутреннего сгорания. В детонационном двигателе фронт горения распространяется по топливной смеси быстрее скорости звука. Такой процесс горения называется детонацией. Детонационные двигатели сегодня делятся на два типа: импульсные и спиновые. Последние иногда называют ротационными. Принцип работы импульсных двигателей схож с таковым у пульсирующих воздушно-реактивных двигателей: топливо и окислитель подаются в камеру сгорания с высокой частотой через равные промежутки времени. Основное отличие заключается в детонационном горении топливной смеси в камере сгорания. Благодаря детонации топливо сгорает полнее, выделяя большее количество энергии, чем при дефлаграции.

В спиновых детонационных двигателях используется кольцевая камера сгорания. В ней топливная смесь подается последовательно через радиально расположенные клапаны. В таких силовых установках детонация не затухает, пока подаются топливо и окислитель. Во время работы двигателя детонационная волна «обегает» кольцевую камеру сгорания, причем топливная смесь за ней успевает обновиться. При этом, если в импульсном двигателе в камеру сгорания следует подавать предварительно подготовленную смесь топлива и окислителя, то в спиновом двигателе этого делать не нужно – фронт высокого давления, движущийся перед детонационной волной, вполне эффективно смешивает необходимые компоненты. Ротационный двигатель впервые начали изучать в СССР в 1950-х годах. В новом российском спиновом детонационном ракетном двигателе частота спиновой детонации составляет 20 кГц, то есть за одну секунду детонационная волна успевает «обежать» кольцевую камеру сгорания 20 тысяч раз. Теоретически, детонационные двигатели способны работать в широком диапазоне скоростей полета – от нуля до пяти чисел Маха, а при использовании дополнительных агрегатов, например компрессора, верхний предел можно поднять до семи-восьми чисел Маха. Считается, что такие силовые установки могут выдавать большую мощность, потребляя топлива меньше, чем обычные реактивные двигатели. При этом конструкция детонационных двигателей относительно проста: в базовом варианте в них отсутствует компрессор и многие движущиеся части. Благодаря своей экономичности при высокой выдаваемой мощности спиновые детонационные двигатели в ракетах-носителях позволят существенно сократить объемы топлива и окислителя, необходимые для вывода полезного груза на орбиту. На практике (и это свойственно всем уже перечисленным проектам), уменьшение массы двигателя (а силовая установка будет весить меньше обычной ракетной), топлива и окислителя позволит либо увеличить забрасываемый вес носителя при

сохранении его габаритов, либо оставить забрасываемый вес неизменным при уменьшении габаритов ракеты. Забрасываемый вес ракеты-носителя – это масса последней ступени, ее топлива и полезного груза.

В перспективе гонку на рынке космических запусков выиграет тот, кто сможет как можно дешевле выводить на орбиту как можно больше грузов. Некоторые компании полагают, что благодаря использованию новых технологий стоимость вывода грузов на низкую орбиту можно будет опустить ниже тысячи долларов за килограмм и ниже десяти тысяч за килограмм при запуске на геопереходную орбиту. Правда, когда именно такое будет возможно, пока неясно. По самым смелым оценкам, новые ракетные двигатели будут использоваться на ракетах-носителях с середины 2020-х годов.

Управление стратегических возможностей министерства обороны США провело испытательный запуск с истребителя стаи одноразовых беспилотников Perdix. Об этом объявил начальник управления Уильям Роупер. Такие аппараты предназначены для запуска с самолета и быстрого сбора важных данных, которые позволят летчикам точнее идентифицировать цели и наносить удары. Во время боевых действий многофункциональные истребители нередко используются для нанесения ударов по наземным целям. При этом информацию о целях предоставляет разведка, которая иногда может допускать ошибки. Результатом таких ошибок становится или разрушение гражданской инфраструктуры, или гибель гражданских. Использовать обычные беспилотники перед нанесением бомбового или ракетного удара не всегда возможно, в том числе из-за того, что относительно крупный аппарат могут сбить. Кроме того, существующие разведывательные аппараты невозможно запускать с боевых самолетов, хотя системы связи и позволяют передачу данных с аппарата истребителю. Новые беспилотники Perdix спроектированы таким образом, чтобы истребители могли запускать их из стандартных автоматов отстрела ложных тепловых целей. Беспилотники имеют складные переднее и заднее крыло. После запуска аппараты низко пролетают над целью и передают на борт самолета разведывательные данные. Для существенного удешевления конструкции корпус Perdix выполнен из пластика – его печатают на 3D-принтере. За движение аппарата отвечает небольшой электромотор с толкающим воздушным винтом. Испытания аппаратов проводятся на протяжении последнего месяца. В ближайшее время Perdix планируется предложить для проверки ВВС и ВМС США.

В мае прошлого года инженеры Научно-исследовательской лаборатории ВМС США представили миниатюрный расходуемый беспилотник, который можно будет не подбирать после использования. Аппарат получил название Cicada. Он умещается на ладони, выполнен из легкого пластика и не имеет двигателя. Cicada выполнен всего из десяти небольших деталей. Запускать новые беспилотники планируется с вертолетов или самолетов. После сброса беспилотник способен длительное время планировать на скорости до 74 километров в час, собирая важную разведывательную информацию. На Cicada могут быть установлены различные типы сенсоров, общим из которых для всех аппаратов является GPS.

Научно-исследовательское подразделение Пентагона DARPA – та самая движущая сила, что стояла за Интернетом и GPS – три года назад переформировала себя, чтобы создать новый офис, посвященный разгадке производственных секретов биологии. Новый офис биологических технологий (ВТО) поставил перед собой задачу «использовать силу биологических систем» и разработки новых оборонных технологий, конечно. За прошедший год, получив бюджет почти в 300 миллионов долларов, он исследовал проблемы улучшения памяти, симбиоза машин и людей и ускорения обнаружения заболеваний и отклика на них. DARPA, или Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США, надеется на мощную отдачу. Директор ВТО, исследователь нейропротезирования Джастин Санчес, рассказал Scientific American, чего ожидать от его отдела в 2017 году, включая работу над нейронными имплантатами для помощи здоровым людям в их повседневной жизни и других технологиях, которые, по его словам, «изменяют правила игры» в медицине. «Мы ведем биологическую работу – на стыке биологии и инженерии – много лет, но она была разбросана по нашим другим отделам. Этот офис стал признанием того, что биологические технологии собираются играть важнейшую роль не только в направлении движения нашей страны, но и других стран, поэтому нам нужно было сосредоточить всеобъемлющие усилия и отправиться вперед. Эта программа называется «живые литейные» – словно мы собираемся отливать что-то живое. Традиционно мы используем химию для создания новых соединений или новых лекарств. Но в последнее время мы поняли, что микробы

вроде дрожжей и бактерий тоже могут производить соединения, а мы можем программировать их для создания этих соединений, сперва поняв, какие химические дорожки они используют. Взять, к примеру, дрожжи. Дрожжи используют сахар для получения спиртов самым разным образом. Если же перепрограммировать эти дорожки, можно было бы заставить дрожжи создавать множество других соединений, которые они изначально производить не умели, а мы все так же будем использовать то же исходное сырье: сахар. Наши команды разрабатывают генетические коды, при помощи которых можно будет перепрограммировать дрожжи. Эта идея может перевернуть наш процесс производства соединений. Перед программой стоит задача произвести 1000 новых молекул на протяжении программы (которой осталось три года) и наши команды хорошо справляются. Я думаю, они уже произвели порядка 100 новых соединений, которые производятся дрожжами. Это как взять биологию и поженить ее на инженерных инструментах, а затем создать с их помощью нечто”.

Далее Джастин Санчес отмечает: «Нейротехнологии – это очень большая область в нашем офисе. Мы добились больших успехов по медицинской части, показав, что прямые нейронные интерфейсы (связи между мозгов и устройством вроде нейростимулятора, компьютера или протеза) могут восстанавливать движение, ощущение и здоровье с психоневрологическими расстройствами. Что примечательно, при всем уважении ко многим исследованиям, многие люди думают, что можно выделить важную область мозга, простимулировать ее и волшебным образом получить ответ. Но это не так. Когда вы создаете карту происходящего в мозге, как выяснилось, если вы не отправите правильные коды в мозг, вы не получите улучшение памяти и даже можете ее ухудшить. Но фокус в том, что если вы отправите правильные коды, вы получите существенные улучшения в декларативной памяти. Так что это палка о двух концах. Необходимо углубленное исследование в следующем поколении изучения мозга».

“Код это несколько вещей. Это точное срабатывание отдельных нейронов. Скажем, у вас есть 100 нейронов и все они зажигаются в разное время в разных местах – и все эти включения и выключения можно интерпретировать как попытку вспомнить слово «Нэнси» или «дерево». Мы можем понять, что означают эти схемы активации и как они связаны с реальным миром. Все эти нейронные схемы активации вместе производят волны или ритмы мозга, и на этом уровне мы также изучаем мозг. Важно понимать все эти различные клеточки мозга, потому что он так работает. Мы теряем так много из-за того, что не понимаем биологию. Думаю, наше понимание биологии сильно растет. И наша способность взаимодействовать с биологией, используя технические методы, изменит наше отношение к телу, мозгу и иммунной системе. Думаю, у нас будет удивительное будущее. 2017 год вынесет нам всем мозги”.

Анализ деятельности DARPA (США) в сравнении с заявленной стратегией научно-технологического развития Российской Федерации показывает существенное различие в основополагающих компонентах. В частности, в этом документе отмечается, что при имеющемся положительном опыте реализации масштабных технологических проектов, в том числе в сфере обеспечения обороны и безопасности государства, сохраняется проблема невосприимчивости экономики и общества к инновациям, что препятствует практическому применению результатов исследований и разработок (доля инновационной продукции в общем выпуске составляет всего 8–9 процентов; инвестиции в нематериальные активы в России в 3 – 10 раз ниже, чем в ведущих государствах; доля экспорта российской высокотехнологичной продукции в мировом объеме экспорта составляет около 0,4 процента). Практически отсутствует передача знаний и технологий между оборонным и гражданским секторами экономики, что сдерживает развитие и использование технологий двойного назначения. Эффективность российских исследовательских организаций существенно ниже, чем в странах-лидерах (Соединенные Штаты Америки, Япония, Республика Корея, Китайская Народная Республика): несмотря на то, что по объему расходов на исследования и разработки (в 2014 году Россия заняла девятое место в мире по объему внутренних затрат на исследования и разработки, четвертое место в мире по объему бюджетных ассигнований на науку гражданского назначения) и численности исследователей Российская Федерация входит во вторую группу стран-лидеров (страны Европейского союза, Австралия, Республика Сингапур, Республика Чили), по результативности (объему публикаций в высокорейтинговых журналах, количеству выданных международных патентов на результаты исследований и разработок, объему доходов от экспорта технологий и высокотехнологичной продукции) Россия попадает лишь в третью группу стран (ряд стран Восточной Европы и Латинской Америки).

Сама стратегия будет реализовываться в два этапа. На первом этапе реализации стратегии (2017-2019 годы):

а) создаются организационные, финансовые и законодательные механизмы, обеспечивающие гармонизацию научной, научно-технической, инновационной, промышленной, экономической и социальной политики и готовность Российской Федерации к большим вызовам;

б) осуществляется запуск научных проектов, которые направлены на получение новых фундаментальных знаний, необходимых для долгосрочного развития, и основаны в том числе на конвергенции различных направлений исследований, включая гуманитарные и социальные;

в) начинается реализация научно-технических проектов в рамках приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, определенных в настоящей Стратегии;

г) формируется целостная система устойчивого воспроизводства и привлечения кадров для научно-технологического развития страны;

д) создаются условия, необходимые для роста инвестиционной привлекательности научной, научно-технической и инновационной деятельности.

На втором этапе реализации настоящей Стратегии (2020 – 2025 годы) и в дальнейшей перспективе:

а) формируются принципиально новые научно-технологические решения в интересах национальной экономики, основанные в том числе на природоподобных технологиях;

б) реализуются меры, направленные на стимулирование перехода к стадии активной коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности и к масштабному созданию новых продуктов и услуг, основанных на технологиях, отвечающих на большие вызовы;

в) обеспечивается увеличение объема экспорта технологий и высокотехнологичной продукции, в том числе посредством реализации Национальной технологической инициативы и поддержки национальных компаний при выходе на глобальный рынок.

Как видно из вышеизложенного, в Стратегии мало конкретики. Этим этот документ отличается от зарубежных аналогов (США, Китай, ЕС). Необходимо составить дорожную карту перехода России к новому этапу технологической революции, применяя системный подход к этой проблеме, и максимально используя принципы виртуального института для решения конкретных программ развития.

Заканчивая статью, мне хочется привести высказывание доцента МГИМО Андрея Безрукова, бывшего резидента российской разведки в США, который рассматривает состояние разных стран мира при переходе к инновационной экономике. В частности, он отмечает, что «Китай, Индия, США при Трампе сейчас, Британия, Европа – они начинают сосредотачиваться, выходить на позиции и думать, как они как они войдут в следующий экономический цикл, где будут большие вызовы. Китайцы думают об этом уже давно, мы начинаем об этом думать. Но и России придется. Потому что те, кто не готовы, выпадут из лидеров. А что значит сделать рывок? Значит, собрать нужно все финансовые, материальные и человеческие ресурсы, чтобы проинвестировать в новую экономку, которая будет через 5 – 10 лет. Это экономика роботизации, биотехнологий, интернета вещей. Но чтобы туда выйти, нужна мобилизация ресурсов. А при медленной экономике этих денег на мобилизацию нет, и их придется отбирать, у своих народов или еще где-то. США забирают деньги со всего мира. И Трамп – это призыв мобилизоваться и войти в следующий цикл. Китайцы тоже поняли это уже давно. Когда же и России это сделать?»

Такая мобилизация вызовет консолидацию блоков стран или внутреннюю консолидацию крупных стран. Это не против глобализации. Глобализация сделала свое дело, а теперь наступает новый этап. Экономика будет концентрироваться вокруг потребителя и проектировщика, производственные цепочки, ведущие в Китай, станут менее важны, потому что будут более важны роботы на заводах, чем дешевая рабсила. Мозги и деньги перетекают через границы. Если у вас много денег или много мозгов, вы едете куда угодно. И будет борьба и за деньги, и за интеллект. Все будут использовать свои механизмы такой борьбы, и эта борьба будет обостряться. Каждый, чтобы выжить, должен мобилизовать все эти ресурсы. И выиграет та страна, которая сможет сделать это лучше, привлечь мозги и капиталы не только своих граждан, но и чужих.

Пока же Россия привлекает мало инвестиционного капитала, а мозги своих граждан медленно, но верно утекают, и не только в США, но уже и в Китай и в Японию.