

## ЛОЗУНГ «ДАЕШЬ РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИЮ» – ВОЗВРАТ К СТАЛИНУ?

*Если бы Гитлер остановился на собирании земель в 1939 году, то остался бы в истории своей страны политиком высочайшего класса.  
Андраник Мигранян, 03.04.2014, газета «Известия».*

Мне бы хотелось сосредоточиться на реальных проблемах науки, и прежде всего проблемах нанотехнологий, но приходится писать о другом. Почему в России нет гражданского высокотехнологического производства, а военное высокотехнологическое производство вызывает сомнения в его будущей эффективности и конкурентоспособности на рынке вооружений. Здесь надо обратить внимание на статью анонимного автора, названную «Почему в России нет гражданского/коммерческого высокотехнологического производства», опубликованную на сайте Nanonewsnet.ru 6 апреля 2014 года. В этой статье автор пытается разобраться, чем отличаются «высокотехнологичные» компании от «низкотехнологичных», что нужно, чтобы высокотехнологичные компании могли рождаться и выживать, почему с софтом у нас лучше, чем с хардом, с чего начиналась кремниевая долина в США и можно ли её «скопировать», почему Китай всех рвет, а также – окинем взором все, что происходит в Сколково, Роснано, фонде перспективных исследований и приведут ли они к расцвету российских инноваций.

Автор подчеркивает что самое большое широко распространенное заблуждение о высокотехнологичном производстве – это то, что там очень высокие прибыли, работа не пыльная, а грязные и трудоемкие производства (энергетика, добыча и переработка полезных ископаемых, пищевая промышленность) – не очень важны, само физическое производство разработанных высокотехнологичных устройств лучше оставить странам 3-го мира и единственное, что якобы мешает расцвету хайтека в России – это воровство / коррупция / не продают нужное оборудование / отсутствие своих Джобсов. В реальности все оказывается не так: высокотехнологичный бизнес – имеет высокие требования к капиталу, сроки окупаемости длинные, риски всегда есть, прибыль капает медленно и не поражает воображение (лишь иногда бывают выдающиеся результаты – когда получили «закрывающий» патент на очень вкусную технологию, и есть ресурсы чтобы защищать его в суде – впрочем такие технологии и разрабатывать дешево не получится). На западе в высокие технологии пошли только потому, что в обычном, простом бизнесе делать уже было нечего + государство оплачивая работу по военным контрактам – позволяло интеллектуальную собственность оставлять у исполнителя и использовать в коммерческих целях. Кроме того, те, кто слушают американские политические передачи для «внутреннего употребления» – наверняка слышали фразу «Bringing the Jobs Back Home»: это фактически признание, что постиндустриальная экономика («мы разрабатываем, а обезьяны за морем собирают») – себя не оправдала и приводит к вымиранию целых секторов экономики.

В заключение автор делает обоснование и четкие выводы, что для того, чтобы коммерческое высокотехнологическое производство рождалось и выживало – это должно быть выгодно, должно быть много людей, у которых есть деньги на проверку и патентную защиту кучи идей (выстрелит-то 1 из 100), должен быть доступен дешевый капитал для реализации, должно быть доступно много инженеров, которые будут

реализовывать идею на практике, процесс реализации не должен быть усугублен логистическими (скорость и стоимость служб доставки, цены локальных компаний – исполнителей) и бюрократическими сложностями (сертификация, криптография и т.д.)

Часто приходится слышать, что доходы от добычи и переработки нефти (и других ресурсов) невозможно потратить, т.к. они неизбежно вызовут инфляцию ("голландская болезнь"). На самом деле конечно же их можно потратить без инфляции внутри страны – для этого их и тратить нужно за границей сразу, покупая импортное оборудование для производства (если продадут), оплачивая время работы зарубежных инженеров, которых нам не хватает («инсорсинг»), покупая зарубежные высокотехнологичные компании (если продадут). Естественно, самому государству оборудование и человекочасы инженеров особо не нужны – а следовательно должен быть механизм, по которому частные компании в конкурсном порядке могли бы получать часть валютных доходов государства прямо в виде валюты для расходов строго за пределами страны. Впрочем, если быть реалистами, ожидать появления подобного механизма в обозримом будущем не приходится. Естественно, инфляция в таком случае никуда не денется – просто она будет за границей, и соответственно будет головной болью других стран с дефицитом баланса внешней торговли.

В своих предыдущих статья я приводил данные, как аналогичные задачи инновационного развития страны решались и решаются в таких, достаточно разных странах, как Китай и Израиль, а так же, как желание делать шаги в решении этих задач реализуется в Казахстане.

В России же почти нет гражданского/коммерческого высокотехнологичного производства, потому что в процессе приватизации частный бизнес получил «простые», высокодоходные активы. В дальнейшем, этот бизнес лоббировал законы, сохраняющие доходы «выше рыночных» для простого, низко-технологичного бизнеса. Расцвет бюрократии и разного рода искусственных ограничений (таможня, многочисленные сертификаты, разрешения...) – опять же позволяют иметь легкую прибыль на преодолении сложностей особыми путями. Бизнес так делал не потому, что он какой-то плохой или глупый: это была наиболее прибыльная стратегия, а значит и выбора не было. В таких условиях высокотехнологичный бизнес (который обязан конкурировать на мировом рынке для максимального увеличения серии и соответственно снижения себестоимости) совершенно не выгоден: он требует много денег, квалифицированных инженеров, имеет большие риски, длинные сроки окупаемости. Как результат, сейчас простой бизнес (строительство, розничная и оптовая торговля, добыча и переработка ресурсов, аутсорс) выигрывает борьбу за инвестиционный капитал. Естественно, привлекать инвестиции можно и за рубежом – но тогда инвестор захочет чтобы головная компания, владеющая основными активами была в зарубежной юрисдикции (т.е. все вырождается в классическую схему «российский центр разработок»+все остальное за рубежом). Государство со своей стороны закрывает возможность «первоначального накопления капитала» для компаний, выполняющих госконтракты (как это случилось в кремниевой долине в США) – оставляя у себя интеллектуальную собственность и требуя показывать при выполнении госконтрактов по бумагам скромную чистую прибыль, что не дает даже в перспективе заработать достаточно денег для запуска своих рискованных высокотехнологичных проектов.

Если вы хотите создать свой высокотехнологичный бизнес, связанный с реальным производством – в первую очередь нужна действительно новая идея (со старыми идеями – обычно нужно слишком много денег для коммерческого результата на

занятом рынке), необходимо сразу думать, как максимально нивелировать существующие Российские проблемы: отказаться от сверхкрупнобюджетных проектов (вроде своего процессора, затыкающего за пояс Intel), делать действующий прототип своими силами, в первую очередь находить инженеров – в условиях дичайшего дефицита квалифицированной рабочей силы это фатальная проблема, использовать минимум слишком дорогого капитала (а не как Displair), минимизировать количество пересечений физическими вещами нашей таможенной границы (по возможности до 0).

«На данный момент проблем остается много. Несмотря на усилия Сколково и его микроскопические по меркам индустрии гранты и инвестиционные бюджеты, не сравнимые с тем, что тратили при создании оригинальной кремниевой долины – ожидать прорыва в количестве молодых, коммерчески-успешных высокотехнологичных компаний со свежими идеями без конкурентов в ближайшем будущем не придется», – заканчивает свой обзор автор вышеупомянутой статьи. Здесь надо отметить, что самые живые резиденты Сколково – дочки существующих отечественных и зарубежных компаний, которые просто экономят налоги в Сколково. Например «Сбербанк» в своем центре разработок имеет банальный Интернет-банк, Мобиксчип – аутсорсинг разработки микросхем для израильской компании, «Интел Софтвар» – аутсорсинг для Intel и проч. Как мы помним, аутсорсинг – это низкотехнологичный бизнес, эксплуатация местного месторождения инженеров – в России не остаётся интеллектуальной собственности, только зарплата и налоги с зарплаты.

25 марта 2014 года состоялась вторая сессия конференции научных работников РАН. Один из ее сопредседателей, академик РАН Владимир Захаров, обратился к участникам конференции с открытым письмом, в котором он, в частности, пишет: «Когда в июне прошлого года было озвучено решение правительства о кардинальной реформе управления наукой, о передаче этого управления чиновникам, об объединении трёх академий и превращении объединенной Академии в бесправный клуб учёных, не имеющий никаких полномочий, мы поняли, что России угрожает опасность, даже две опасности.

Во-первых, стало ясно, что страна может совершенно потерять свой научный потенциал, и так очень сильно пострадавший из-за политики правительства, начавшейся в 1991 году. Тогда было фактически заявлено, что наука России не нужна. Потом этот тезис смягчился, но пренебрежительное и сугубо утилитарное отношение к науке осталось. Новая инициатива правительства грозила нанести науке новые невосполнимые потери.

Во-вторых, эта инициатива представляла собой сильнейший удар по тому хрупкому гражданскому обществу, которое в России всё-таки существует. Потому что тотальная бюрократизация науки означает подавление академических свобод. А академические свободы являются неотъемлемым атрибутом демократии. Пусть в искаженном и урезанном виде, но академические свободы существовали в течение всей истории российской истории, начиная с учреждения Российской Академии наук в 1725 году. Даже в тоталитарное сталинское время Академия наук была некоторым островком демократии, хотя и очень ограниченной. Недаром именно с протестных писем академиков началось в стране диссидентское движение».

Но закон все-таки принят, новое ведомство, управляющее наукой, ФАНО, уже создано и посылает в институты инструкции. Слияние трех академий, против которого так протестовала научная общественность в России, а также коллеги за рубежом,

произошло 27 марта 2014 года. Но при этом наука в России осталась непозволительно недофинансированной.

Сегодня существует угроза если не изоляции, то отчуждения России от западного мира. В этой ситуации роль науки как связующего звена между людьми и странами особенно возрастает. Поэтому мы должны стремиться развивать международное сотрудничество, в том числе с членами российской диаспоры за рубежом. Пока в этом направлении сделано недостаточно. Так, президент РАН даже не ответил на наше обращение по привлечению иностранных членов Российских академий и выработке планов на будущее (см. обращение ICIC, подписанное проф. Магаршаком и академиком Фиговским, в Независимой газете от 11.09.2013 – [www.ng.ru/politics/2013-09-11/3\\_kartblansh.html](http://www.ng.ru/politics/2013-09-11/3_kartblansh.html)).

Интересное мнение накануне конференции научных сотрудников РАН высказал Илья Бетеров, который отмечает, что из наиболее важных негативных последствий современной научной политики в российской науке оказалась постепенная утрата ориентиров, которая стала особенно заметной после радикальной реформы РАН. Грантовая система в России на начальном этапе не могла послужить средством решения новых научных задач, она осталась лишь способом увеличения зарплат наиболее продуктивным ученым до прожиточного минимума. В дальнейшем, особенно с появлением федеральных целевых программ, произошла бюрократизация системы конкурсного финансирования научных исследований с одновременным превращением ее в систему обогащения для обладателей административного ресурса и связей. Практически без внимания осталась главная цель деятельности научного работника – решение научных задач, имеющих значительную идейную ценность, важных «по гамбургскому счету», или действительно важных прикладных задач. Аналогичные процессы происходили и в образовании, где качество подготовки специалистов тоже утратило свое значение. Оживление привносила лишь гонка за публикациями и грантами, при этом разрыв с мировой наукой так и не был преодолен, многие коллективы оказались сосредоточенными на простых задачах, не требующих напряженной работы. Несмотря на то, что российская наука и образование до сих пор изолированы от международного научного сообщества, в последние десятилетия российская академическая наука прошла большой путь к международной открытости и признанию работ российских ученых. Публикации в западных журналах и участие в международных конференциях стали нормой, по крайней мере, в естественных науках. Отгораживание российской науки завесой секретности, превращение научных институтов в «почтовые ящики» – «золотые клетки» для ученых – в современных условиях будет способствовать потере наиболее квалифицированных специалистов, для которых ценна возможность выбирать интересную тематику и свободно общаться с коллегами. Более того, исключение российской науки из системы мирового научного сотрудничества, обмена знаниями и опытом, неизбежно приведет к ее технологической и идейной деградации. Это связано в первую очередь с тем, что наиболее сложная техника эксперимента передается «из рук в руки», да и самые дорогие установки можно строить лишь в рамках международной кооперации. Сторонники автономной науки опираются в первую очередь на опыт грандиозных советских проектов – атомного, космического, опыт разработки современных видов вооружений. Но успех советского атомного проекта был бы невозможен без высокого уровня предвоенной советской физики атомного ядра, которая развивалась в тесной кооперации с европейскими учеными и не относилась тогда к тем научным направлениям, которые обещали значительную отдачу в ближайшем будущем. Это

иллюстрирует не только необходимость тесной кооперации, но и трудность определения действительно приоритетных направлений научных исследований, поскольку они диктуются в первую очередь внутренней логикой науки, а не потребностями государства.

Особенно настораживает Илью Бетерова размытость управления наукой, ибо в отличие от РАН, которую часто рассматривали как некое министерство, Минобрнауки не претендует на компетентность в научных вопросах. То же самое относится и к вновь созданному ФАНО – Федеральному агентству научных организаций. Реорганизованная РАН остается фактически клубом ученых, который не может выполнять предписанных ему законом экспертных функций. Нет оснований ожидать, что совместная деятельность ФАНО и РАН по подготовке госзаданий и планов будет более эффективной, чем прежде. Более оперативное и действенное управление наукой можно было бы осуществлять через научные фонды, но гранты РФФИ и РГНФ ничтожны, а 700 грантов РНФ на всю российскую науку – это капля в море. Кроме того, эффективное управление наукой не сводится к распределению финансирования.

В новой модели организации науки ключевая фигура не ученый, ведущий исследования, а директор научной организации. Ему принадлежит вся власть в институте, включая распоряжение количеством сотрудников, и вся полнота ответственности за бесчисленные показатели. Такая авторитарная конструкция вряд ли будет способствовать свободному научному поиску. Научная деятельность высокого уровня невозможна без риска, без права на ошибку – вместо нее мы получим в научных институтах типичную психологию чиновников, стремящихся максимально себя обезопасить. Устранение демократических принципов организации науки происходит также через отмену выборности ученых советов, и поэтому нет оснований ожидать, что в результате реформы научные институты станут центрами притяжения талантов. К сожалению, эта проблема выходит далеко за рамки науки, и не может быть решена никаким увеличением финансирования. Очень серьезную опасность представляет внедрение формальной, «палочной» системы оценки научной деятельности, в которой будет априори считаться, что две статьи в каком-либо научном журнале заведомо лучше, чем одна статья. Это будет способствовать публикации однообразных работ, не содержащих ярких идей или глубокого и систематического анализа исследуемых явлений.

От науки и уже набившей оскомину проблемы РАН было бы интересно перейти к проблеме модернизации экономики России, однако только что прошедший Московский экономический форум (МЭФ) утонул в старых лозунгах. Так, многие выступающие говорили о «реиндустриализации» (в переводе с латыни реиндустриализация означает повторный перевод экономики на промышленные рельсы, увеличение доли крупного промышленного производства), но, похоже, они пытались найти способы повышения экономического роста. Станный выбор.

Рассматривая этот выбор Никита Кричевский отмечает, что патристически настроенным медийным «властителям дум» или прогрессивным директорам заводов, очевидно, невдомек, но многочисленные представители экономической науки должны бы знать, что экономический рост включает, простите за наукообразность, накопление (именно прирост, а не воскрешение) физического капитала и компетенций, повышение производительности факторов производства (ресурсов, средств производства, инфраструктуры, труда) и, конечно, качественное улучшение институциональной среды общества. Причем точное количественное определение вклада того или иного элемента в совокупный рост экономической науке пока

недоступно, например, вклад повышения производительности факторов производства в общий рост в 1990-е разнился от 3% в Сингапуре и 16% в Южной Корее до 27% на Тайване и 31% в Гонконге. Ясно только, что в общем экономическом росте обязательно задействованы все звенья. Где в этом перечне реиндустриализация – бог весть.

И далее он считает, что МЭФ, согласно позиционированию, площадка современная, рыночная, исповедующая экономическую свободу. Как столь уважаемое собрание могло опуститься до призывов, по сути, подражать сталинской догоняющей модернизации 1930-х, названной «индустриализацией»? Или российские экономические светочи подзабыли, что та индустриализация проводилась в кардинально иных условиях: от тоталитарного государственного управления, мобилизационной экономики, централизованного планирования, директивного ценообразования, государственной собственности на все и вся до использования неквалифицированной крестьянской (часто – рабской) рабочей силы и отсутствия массовых знаний? Память, что ли, отшибло? Похоже, что да, не зря же многие выступавшие нет-нет, да и скатывались к образу советского «красного трактора», который, как они считают, представляет собой символ «модернизационного проекта советской страны». Тогда уж и ГУЛАГ нужно восстанавливать, тоже ведь символ. Или гитлеровского типа концлагеря. Другая крайность, делягинская, – «реиндустриализация нового типа, компьютерное моделирование, которое «посажено» на старую геофизику и старое же бурение». При чем тут реиндустриализация, коль разговор идет о привнесении высоких технологий в добычу традиционного сырья – уму непостижимо.

На взгляд Никиты Кричевского, надо говорить о всеобщем оболванивании, депрофессионализации и просто о повальной торговле уже не только бюрократическими, но и производственными должностями. А еще о научной деградации страны и фактическом уничтожении инженерной прослойки российской экономики (хотя, подозреваю, говорить об этом было некому – все ж небожители). А если кому-то в жилу порассуждать о «кознях» треклятого Запада, лучшего примера системной диверсии против России не найти. Не нужно принимать многостраничных пустых итоговых деклараций и резолюций. Достаточ-но было кратко обратиться к гаранту: «Уважаемый Владимир Владимирович! Убедительно просим Вас создать подотчетную лично Вам Федеральную службу по кадрам, основное предназначение которой – точечный поиск и штучное пестование умных ребятишек, а также спасение исчезающего интеллектуального потенциала нации. И чтоб отчитывалась не по освоенным деньгам, а по нашедшим свое практическое применение внутри страны головам». Слабо, форумчане? Так и будете сокрушаться на предмет отсутствия профессионалов или кручиниться по поводу короткой скамейки кадрового резерва?

В последнее время в России говорят о необходимости создания принципиально новой военной техники, не понимая, что без научного задела ее вряд ли удастся создать. Поэтому я хотел бы привести ряд примеров из мировой практики. Так, в Израиле изобрели прибор, добывающий воду из воздуха. Речь идет об армейской разработке. Идея заключается в том, что в аппарат все время входит воздух, отделяет из него влагу и собирает отдельно. Потом собравшуюся жидкость обрабатывают, добавляют минералы, и она пригодна к употреблению. Эксперты отмечают, что такой аппарат жизненно необходим отряду солдат во время операции – как было, например, во время американской войны в Афганистане, или солдатам, воюющим глубоко в тылу противника. "Маленький аппарат может создать до 40 литров воды в день, а большой

– вообще 250. Он работает на солнечной энергии, и все – (Великобритания, Индия, Испания и даже представители ООН) – уже заинтересованы в его приобретении", – рассказал один из разработчиков уникального прибора.

Не менее интересное решение нашли ученые из Технологического института Джорджии и Объединенного биоэнергетического института, которые синтезировали бактерию «пинен», которая потенциально может заменить высокоэнергетическое топливо, например JP-10, используемое в ракетах и другой авиационно-космической технике. Добавляя ферменты из деревьев в бактерию, первый автор и аспирант Технологического института Джорджии Стивен Саррия, работающий под руководством доцента Памела Перальта-Яхья, увеличил производство пинен в шесть раз по сравнению с предыдущими усилиями биоинженерии. Хотя резкое улучшение биотоплива, способного на равных конкурировать с нефтяной основой JP-10 пока не достигнуто, ученые полагают, что они определили основные препятствия, которые необходимо преодолеть, чтобы достичь этой цели. "Мы сделали устойчивого предшественника топлива с высокой плотностью энергии. Мы концентрируемся на принятии Drop-In топлива, которое выглядит так же, как то, что в настоящее время производится из нефти и может быть использовано в существующих распределительных системах", – сказал Перальта-Яхья. Топливо с высокой плотностью энергии имеет важное значение в тех случаях, когда минимизация веса топлива очень важна. Бензин используется для питания автомобилей, а дизель в основном используется в грузовиках, но оба содержат меньше энергии на литр топлива, чем JP-10. Молекулярное расположение JP-10, которое включает несколько напряженных колец атомов углерода, обуславливает его высокую плотность энергии. Количество JP-10, которое может быть извлечено из каждого барреля нефти ограничено, и источники потенциально сопоставимых соединений, таких как деревья, не может обеспечить большую помощь. Ограниченное предложение взвинтило цену JP-10 до \$ 25 за галлон. Эта цена дает исследователям, работающим над альтернативным биотопливом реальное преимущество над учеными, работающими в других направлениях по поиску замены JP-10.

Польская оборонная компания OBRUM, работающая совместно с британской компанией BAE Systems, создала первый прототип танка нового поколения. Этот танк, получивший название PL-01 является вместилищем практически всех самых современных военных технологий и выглядит так, будто бы он сошел с экрана какой-нибудь футуристической компьютерной игры. Глядя на внешние обводы форм танка PL-01, будто бы скопированные со стелс-истребителя, и черное антирадарное покрытие, можно предположить, что этот танк имеет очень малую "радарную сигнатуру", что делает его практически невидимым для большинства радаров. Для того, чтобы скрыться от обнаружения инфракрасными тепловыми системами, такими, которые применяются на боевых вертолетах Ми-28Н, АН-64D и другой технике, на танк установлена система теплового камуфляжа. Изменяя температуру определенных участков брони танка, эта система может не только вписать тепловую сигнатуру танка в тепловой фон окружающей среды, но и придать танку PL-01 сигнатуру более "безобидного" объекта, к примеру, грузового или легкового автомобиля. Основой гибридной силовой установки танка PL-01 является 940-сильный дизельный двигатель, оснащенный специальной рассеивающей системой отвода выхлопных газов, которая снижает до минимума тепловой след работающего двигателя. А в моменты, когда требуется режим максимальной маскировки, танк переходит полностью на электрическую составляющую силовой установки, которая практически

не выделяет тепла и работает, не издавая громкого шума. Основным вооружением танка PL-01, созданного на базе шасси Combat Vehicle 90, является орудие, калибром 120 миллиметров, которое, благодаря модульной конструкции, может быть заменено на более легкое орудие, калибром 105 миллиметров. В паре с орудием двигается пулемет калибра 7.62 миллиметра, а на башне, на турели с дистанционным управлением, установлен зенитный пулемет такого же калибра, который при необходимости, меняется на более мощный, калибром 12.7 миллиметра. Основное орудие заряжается при помощи автоматической системы, которая подает снаряды из магазина, находящегося в задней части башни. Всего в башне может находиться 16 выстрелов и еще 24 выстрела находятся в нижнем резервном артпогребе. В танке использована компьютеризированная система управления, получающая данные с множества датчиков и камер, расположенных на внешней стороне брони танка. Все эти датчики и камеры обеспечивают экипажу танка, который насчитывает трех человек, круговой угол обзора, как в светлое, так и в ночное время. Радар AESA (ElectronicActivelyScannedArray) позволяет системе танка PL-01 отслеживать любые наземные и воздушные цели, включая и высокоскоростные, и самостоятельно отделять вражеские объекты от дружественных. Вес танка PL-01 составляет 33 тонны, а в случае использования усиленной брони – 39 тонн. Следует отметить, что такой вес составляет 3/5 от веса основного американского танка Abrams и на 10 тонн меньше веса российского танка Т-90.

В Европе разрабатывают гибрид спутника и беспилотника. Называется это транспортное средство «стратобус» (StratoBus), а размах выполняемых задач у него очень широк – это и наблюдение за пограничными районами, и морская разведка, и телекоммуникации, и телерадиовещание, и навигация. Кроме того, эта автономная стационарная платформа сможет усилить GSM-покрытие во время массовых мероприятий, а GPS – над участками с интенсивным движением транспорта. Обшивка стратобуса изготовлена из закрученного углепластика; он может брать на борт грузы весом до 200 килограммов. Длина воздушного судна 70-100 метров, диаметр – 20-30. Стратобус будет парить на высоте 20 километров (нижние слои атмосферы, но выше воздушного транспорта и ветровых потоков). Он сможет собирать солнечные лучи в любое время года; солнечные панели дополняет система усиления мощности, а также обратимый тепловой элемент для запасания энергии. Чтобы противостоять порывам ветра, воздушному судну понадобится постоянный источник энергии – два электромотора будут постоянно менять свою выходную мощность, в зависимости от скорости ветра. Руководит проектом фирма Thales Alenia Space, специализирующаяся на космических телекоммуникациях и навигации. В разработке стратобуса участвуют также Airbus Defence & Space, Zodiac Marine and CEA-Liten are partners. Этот проект объединил целый кластер аэрокосмической промышленности южной Франции (предприятия, выпускающие беспилотные летательные аппараты, воздушные шары и стратопланы).

Всего несколько месяцев назад в исследовательском центре IBM имени Томаса Уотсона научились получать 10-сантиметровые листы графена. А в апреле 2014 года ученые из института передовых технологий Самсунг и университета Сонгюнган (Южная Корея) описали еще один метод получения больших листов графена с идеальной структурой, потенциально пригодный для массового производства. Корейские ученые нашли способ осуществлять кристаллизацию графена так, чтобы все области, в которых началась кристаллизация, были ориентированы одинаково и срастались в единое целое без дефектов. Ключевой элемент новой технологии –



специально обработанная подложка. В ее основе лежит обычная кремниевая пластина, используемая для производства микрочипов. Она покрывается тонким слоем монокристаллического германия, а затем ее поверхность обрабатывается 10% водным раствором плавиковой кислоты. Кислота растворяет оксидную пленку на поверхности германия и образует вместо нее слой атомов водорода. Такая подложка обладает двумя очень важными свойствами. Во-первых, кристаллическая решётка германия служит своего рода шаблоном для осаждающихся атомов углерода – все центры кристаллизации оказываются ориентированными одинаково, и в последствии идеально срастаются. Во-вторых, она обладает низкой адгезией с графеном – это позволяет легко разглаживаться складкам, образовавшимся в местах стыка разных областей графена или из-за различий в коэффициенте температурного расширения графена и германия. Низкая адгезия так же позволяет легко отделять лист графена от подложки, не повреждая её. Во многих других способах получения графена подложку приходится растворять. Это делает производство невыгодным, так как создание идеально ровной и чистой подложки само по себе дорого. Источником атомов углерода служит метан. Осаждение углерода на подложку происходит при температуре 900 – 930 градусов Цельсия и давлении около 13% атмосферного в течение времени от 5 до 120 минут. Электронная микроскопия подтвердила отсутствие дефектов и нерегулярностей в структуре листа графена. Из синтезированного таким образом графена учёные успешно изготовили полевой транзистор. Сотрудники лаборатории Самсунг заявили, что разработанная технология – «один из самых значительных прорывов в истории исследований графена». Они считают, что это открытие значительно ускорит промышленное освоение графена и откроет новую эру в электронике.

Новый метод мокрого свивания волокна из нанотрубок представлен учеными из университета Райса (США) во главе с Юничиро Коно (Junichiro Kono), год назад уже пытавшимися обогнать медь. Тогда, однако, успех был ограниченным: проводимость всё ещё слегка недотягивала. Сейчас материаловеды свивали провод сразу из нескольких разновидностей нанотрубок – как с однослойными, так и с многослойными стенками. В итоге при толщине всего в 20 мкм (тоньше человеческого волоска) он был не только много прочнее, но и в электротехническом смысле мощнее меди. Кроме собственно проводимости, в экспериментах измерялось то, что в США и Канаде называют «способностью проводить ток» до выхода из строя (Ampacity), то есть максимальный ток, при котором проводник не начинает испытывать немедленное или постепенное снижение своих характеристик из-за перегрева и иных факторов. Нанотрубочный провод испытывался как в воздушной среде, так и в вакууме, азотной и аргонной атмосфере. Лучшие результаты были достигнуты в азотной атмосфере, хотя и аргон с обычным воздухом справились неплохо – благо конвекция могла охлаждать провод. Худшие параметры были в вакууме, где нанотрубочный провод мог охлаждаться только излучая, то есть при малых температурах подобное охлаждение было малоэффективным. В итоге параметры провода оказались лучше любого образца, когда-либо испытывавшегося ранее, и хотя сопротивление меди на единицу площади сечения проводника всё ещё на порядок ниже, однако углеродный провод радикально легче – ведь и сам углерод не так тяжёл, да и зазоры между нанотрубками в нити весьма значительны. Поэтому на единицу массы провода нанотрубки показали проводимость вчетверо выше, чем у меди, – впервые в мировой практике. Что особенно важно, в реальной жизни свободно висящие провода недостаточно прочны – в отличие от нанотрубочных, а потому в них присутствует стальная проволока, не

дающая мягкому металлу, будь это медь или алюминий, провисать. Поскольку нанотрубки в подобном просто не нуждаются, будучи и без того прочными, их использование даст ещё больший выигрыш по весу. Авторы технологии мокрого свивания нитей считают, что она может пригодиться в аэрокосмической отрасли, где проводов много, а вес сильно отражается на потреблении недешёвого топлива. Там пока более высокая (до начала массового производства) цена нанотрубок будет с лихвой компенсироваться снижением массы самолётов или космических аппаратов. Особенно интересно, что сочетание исключительной прочности провода и его хороших электротехнических параметров позволяет запитывать им БПЛА, причём даже на довольно большой высоте – как подавая энергию его батарее с земли, так и получая её или нужную информацию (без демаскирующей радиопередачи) обратно. Совершенно очевидно, что подобные возможности исключительно востребованы и в гражданском, и в военном применении, что, впрочем, и так понятно по присутствию среди финансирующих разработку госструктур Отдела научных исследований ВВС США.

3D-печать, которая широко использовалась ранее в военной технике, нашла промышленное применение и в гражданском строительстве. Так, компания из Шанхая нашла способ производить из промышленных отходов до десяти компактных жилых домов в день. Китайская архитектурная компания Winsun уже наладило «печать» небольших жилых зданий, используя в качестве материала переработанные строительные отходы. Для производства используется гигантский промышленный принтер, размеры которого составляют 150х10х6 метров. Помимо высокой скорости производства, напечатанные дома отличаются низкой стоимостью – менее 5 тысяч долларов за единицу. Технология уже признана перспективной и способной решить вопросы с быстровозводимым жильем для малообеспеченных слоев населения. В ближайшее время планируется построить около 100 заводов по переработки строительного мусора в «чернила» для подобных устройств.

Еще раз хотелось бы подчеркнуть, что если научно-техническую активность ученых России не развернуть в область прорывных технологий, то весь запал государства уйдет именно на повторение сталинской и гитлеровской «индустриализации», или на реиндустриализацию нового типа, когда будет использовано, например, компьютерное моделирование на технологию бурения, имеющую многолетние традиции. Теперь понятно, почему так медленно внедряются в сознание руководства России концепции инновационного инжиниринга, о которых я уже писал неоднократно.