

Академик Олег Фиговский,
кавалер орденов «Инженерная слава» (Россия)
и «Leading Intellectuals of the World» (USA)

**Что делать или что не делать
(грустные заметки на полях обзора новых технологий)**

*«Нет ничего более преступного,
чем придумать хорошую идею
и не реализовать ее».*
Дональд Трамп.

В своем послании Федеральному собранию президент России Владимир Путин подчеркнул, что «нужно объединить усилия проектных, творческих команд и динамично развивающихся компаний, которые готовы впитывать передовые разработки, подключить ведущие университеты, исследовательские центры, Российскую академию наук, крупные деловые объединения страны. И конечно, пригласить наших соотечественников, которые трудятся за рубежом в науке и в высокотехнологичных отраслях, но, разумеется, тех из них, кто действительно может что-то дать.

21 сентября 2015 года была создана рабочая группа по взаимодействию с российской научной диаспорой, в которую вошли представители Минобрнауки, ученые российского происхождения с мировым именем, выполняющие исследовательские проекты в передовых научных центрах США, Великобритании, Японии, а также их коллеги из ведущих научных организаций России.

К основным задачам, которые стоят перед членами Рабочей группы, относятся:

-Поиск путей более активного вовлечения ученых-соотечественников в российскую науку и образование.

-Разработка новых инструментов научно-технической политики России с учетом цели повышения степени интеграции российской науки и образования в мировое научное пространство.

Важной составляющей деятельности Рабочей группы является формулирование предложений, которые могут лечь в основу конкретных мер научно-технической и образовательной политики или способствовать улучшению научно-образовательной среды.

Среди уже сделанных предложений следует выделить:

-Формирование двусторонних межгосударственных фондов поддержки научно-технических исследований.

-Запуск программы по созданию «зеркальных» лабораторий.

-Организация системы грантов для аспирантов, проводящих исследования в промышленных компаниях.

-Реализация программы создания экспертных советов по областям науки: «Золотой фонд экспертов».

В 2010 г. Минобрнауки России приступило к реализации Постановления Правительства РФ № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования, научные учреждения государственных академий наук и государственные научные центры Российской Федерации». В соответствии с этим Положением выполняется комплекс мероприятий, направленных на создание современных лабораторий под руководством ведущих мировых ученых, в том числе и наших соотечественников, проживающих за рубежом.

По итогам 2015 г. на базе 79 российских вузов и научных организаций создано 160 лабораторий по 27 областям наук. 78 руководителей лабораторий имеют российское происхождение. В этих лабораториях работает более 5 тысяч сотрудников, студентов и аспирантов, под началом ведущих ученых из 21 страны мира. При этом молодые ученые и специалисты в возрасте до 35 лет составляют более 57% общего количества сотрудников лабораторий.

Максимальный размер гранта: 90 млн. руб. Срок реализации проекта: в течение 3 лет с возможным продлением на 2 года.

Длительность нахождения на территории РФ: для ведущих ученых, постоянно или преимущественно проживающих вне территории РФ – не менее 120 дней в каждом году проведения научного исследования.

Обязательные результаты: не менее 5 статей в Web of Science и/или 3 заявки на выдачу патента за весь срок гранта.

Мне приятно отметить, что Минобрнауки приняло мое предложение, что заявки на выдачу патента имеют не меньшее значение, чем статьи в престижных научных журналах.

Как считает профессор А.В. Кавокин, «Программа Мегагрантов – это такой мост к мировому научному сообществу. Мы пригласили сюда лучшие силы из российской диаспоры за границей, лучших иностранных ученых для того, чтобы интегрировать российские лаборатории в международный научный процесс».

Вторит ему и профессор Д.А. Функ: «Мегагрант помог нам создать научный центр со всем необходимым оборудованием, обеспечить выезды на конференции и так далее. Это все очень важно, но самое важное – научить людей работать так, чтобы результаты их труда оказались востребованы – как бы это ни звучало – на международном научном рынке. Мегагрант позволил нам организовать международные конференции, курсы приглашенных преподавателей из ведущих университетов и институтов мира, образовательные поездки наших студентов в эти университеты, а также долгосрочные экспедиции».

Но я обратил внимание, что долгосрочная работа зарубежных ученых и исследователей регламентируется Федеральным законом «О правовом положении иностранных граждан в России» № 115 от 25.07.2002. Особые условия осуществления трудовой деятельности предусмотрены для иностранных граждан – высококвалифицированных специалистов (ВКС).

Так, высококвалифицированным специалистом признается иностранный гражданин, имеющий опыт работы, навыки или достижения в конкретной области деятельности, если условия привлечения его к трудовой деятельности в РФ предполагают получение им заработной платы (вознаграждения) в размере:

- Не менее 83,5 тыс руб. из расчета на 1 календарный месяц – для ВКС, являющихся научными работниками и преподавателями.

- Не менее 58,5 тыс руб. из расчета на 1 календарный месяц – для граждан, привлеченных к трудовой деятельности резидентами технико-внедренческой особой экономической зоны.

- Не менее 1 млн. руб. за один год – для ВКС, являющихся медицинскими, педагогическими или научными работниками, в случае их приглашения для трудоустройства на территории медицинского кластера.

Однако требования к размеру заработной платы не распространяется на граждан, участвующих в реализации проекта «Сколково», ибо авторам закона было понятно, что вышеприведенные затраты не устроят профессоров из ведущих стран Европы, США или Японии.

Следующим проектом является Проект по повышению конкурентоспособности ведущих университетов РФ среди мировых научно-образовательных центров (Проект 5-100).

Цель Проекта 5-100 – максимизация конкурентной позиции группы ведущих российских университетов на глобальном рынке образовательных услуг и исследовательских программ. В рамках проекта реализуется несколько программ, направленных на повышение степени вовлеченности вузов – участников в мировую науку.

В университетах-участниках Проекта:

- Выстраивается система рекрутинга зарубежных преподавателей и исследователей и российских обладателей степени PhD на международном рынке труда.

- Открыта программа привлечения пост-доксов из ведущих зарубежных университетов (post-doctoral fellowship program).

- Идет разработка и апробация методики создания и внедрения магистерских программ с модулями в виде дистанционных курсов с участием иностранных профессоров.

- Реализуется Программа повышения квалификации административно-управленческого персонала в области интернационализации учебных и исследовательских процессов в вузах-участниках.

Ориентир на интеграцию в мировое научное пространство у участников Проекта 5-100 дает результаты: в рейтинг лучших университетов QS 2016 года попали 13 вузов-участников, причем 10 из них улучшили свои позиции по показателю «доля иностранных студентов», а 6 – в категории «доля зарубежных преподавателей».

В создании и реализации проекта Сколково значительную роль играет российская научная диаспора. В частности, по данным на 2016 год, около половины профессорско-преподавательского состава Сколтеха составляют ученые-соотечественники, успешно реализовавшие себя в зарубежных университетах. В рамках Сколтеха функционирует Центр предпринимательства и инноваций (ЦПИ), способствующий развитию связей между образованием, исследованиями, инновациями и предпринимательством.

Одним из проектов деятельности ЦПИ является Программа трансляционных исследований и инноваций Сколтеха (TRIP), созданная для поддержки научных коллективов по вопросам подтверждения применимости их разработок, продвижения созданных технических решений в направлении коммерциализации путем ранней идентификации рыночных возможностей с высоким потенциалом, а также через управление интеллектуальной собственностью.

На фоне лихорадочных поисков путей подъема Российской науки, в том числе с привлечением ученых диаспоры, российские ученые продолжают протестовать. Акции прошли в Подмосковье (Черноголовке и Пущино), в Карелии, Казани и Владивостоке, Томске, Нижнем Новгороде... Сейчас в этих и других городах ученые, как могут, борются за увеличение финансирования российской науки и собственных зарплат, а также за отмену реформы, которая началась еще в 2013-м. Тогда, якобы желая избавить ученых от бытовых хлопот типа управления финансами и позволить им заниматься лишь наукой, РАН подчинили Федеральному агентству научных организаций (ФАНО). Но на деле оказалось, что бытовые вопросы тут же стали волновать ученых куда больше науки.

Мирная протестная неделя завершилась в четверг в Москве чрезвычайным собранием научных сотрудников, куда и пришел Sobesednik.ru.

В небольшом конференц-зале Института элементоорганических соединений (ИНЭОС) РАН им. А. Н. Несмеянова, вмещающем всего человек 200, было не протолкнуться. А тем, кто опоздал, приходилось «воровать» стулья из соседней аудитории, располагаться в проходе, а то и вовсе слушать ораторов стоя. Сам зал, где собрались ученые, был увешан плакатами «Дайте ученым работать», «Государственные деньги – науке, а не олигархам», «Хотим работать в России» и т.д.

– Начиная с 2015-го происходит непрерывное уменьшение финансирования науки государством, – обозначил проблему председатель профсоюза работников РАН (организатор протестных собраний ученых) Виктор Калинушкин. – Так, если в 2015-м ФАНО было выделено 94 млрд руб. (с 5% секвестром), в этом году – 84 млрд руб. (с 7% урезанием), то в 2017-м, по неофициальным данным, – всего 75 млрд руб. Эти деньги ФАНО распределяет по институтам РАН: более приоритетным направлениям науки – больше, менее приоритетным – меньше. На эти средства институты и живут: из них выплачиваются зарплаты сотрудникам, оплачиваются коммунальные услуги НИИ и т.д.

– И этих денег катастрофически не хватает, – в сердцах произнес старший научный сотрудник Центра исследований Юга Африки ИАФ РАН к.э.н. Юрий Скубко, пока остальные ученые переговаривались и покачивали головами, слушая выступающих с трибуны. – В этом году нас лишили всяких премий, только оклады и доплаты за звания. Старшие научные сотрудники и кандидаты получают порядка 20 тыс. руб., ведущие сотрудники и доктора – примерно 25-26 тысяч. И как на эти деньги жить?! А сейчас мне отпускных выплатили лишь половину, оставшуюся часть, сказали, дадут в октябре.

Странная история с зарплатами вышла в 2013-м, когда только началась реформа: на протяжении нескольких месяцев сотрудникам Центра исследований Юга Африки платили двойную зарплату. Правда, этот «аттракцион невиданной щедрости» закончился так же внезапно, как и начался. – То ли нас задобрить пытались, чтобы мы успокоились, то ли деньги девать было некуда... Но зарплата 40–50 тысяч многих вполне устраивала, – объясняет ученый.

Однако сокращение финансирования повлияло не только на зарплаты, но и на число ученых: молодые в основном уезжают за бугор, многие ушли работать в другие организации, были и массовые сокращения.

– В этом году у нас один сотрудник умер, – рассказывает Скубко. – Но мы его ставку никому не отдаем, потому что нам сказали, что как раз к концу года надо будет ставку сокращать.

Ее-то и отдадим на съедение волкам.

«Волки» тоже вышли на диалог с учеными: на чрезвычайном собрании выступила представитель ФАНО по экономической части, которая попыталась объяснить: они борются в Минфине за каждую копейку, ну а то, что им дают, стараются грамотно распределить между институтами.

Собравшиеся в зале кандидаты, доктора, профессора оценили мужество чиновницы, но возмущаться не перестали.

– В других странах на науку тратятся большие деньги, а мы колоссально отстаем, – начал возмущаться один из присутствующих. – Нельзя недооценивать науку: когда-то наши власти и ценность ядерных исследований не понимали, но если бы на них в итоге не обратили внимания, то где бы была сейчас наша страна?! Если не развивать науку, то через каких-то 10–20 лет у нас не будет ничего.

Стоит отметить, что акции прошли крайне интеллигентно – никаких уличных протестов, голодовок и забастовок, хотя ученые поговаривают и об этом: прибегнут к таким методам в случае, если ситуация не изменится к лучшему.

– Наши власти боятся только уличных акций, – вздыхает Юрий Скубко.

– Значит, надо выходить к Госдуме организованной толпой, – добавил услышавший наш разговор старший научный сотрудник Института российской истории РАН Игорь Курляндский.

Ну а пока ученые отважились лишь на протестные плакаты да резолюции в закрытых залах институтов.

При этом, как отмечает экономист Григорий Ханин, руководство России опирается на ошибочные данные об экономике.

«По данным многолетних исследований, которые мы проводили вместе с Дмитрием Фоминым, ВВП России с 1992 по 2015 год вовсе не вырос на 13,4 процента, как уверяет Росстат, а сократился на 10,2 процента. Производительность труда в России за эти годы снизилась на 30,1 процента вместо официального роста на 9,2 процента. Основные производственные фонды (здания, сооружения, машины, станки, оборудование и другие, участвующие в выпуске продукции) сократились на 29,2 процента по полной учетной стоимости, хотя официальная статистика уверяет в их росте на 50,9 процента.

В официальной статистике неверно учитываются основные производственные фонды. Это физический капитал, важнейший ресурс экономики, который наряду с человеческим капиталом определяет уровень ее развития, влияет на динамику и величину ВВП и другие макроэкономические показатели. В статистике ни один показатель в СССР и России не искажался так, как этот. Этот показатель довольно сложный, с ним проблемы у многих стран, и даже у Всемирного банка, который делает свои расчеты на основе официальных данных каждой страны, в том числе и нашего Росстата».

Далее Григорий Ханин замечает, что Россия не достигла до сих пор уровня 1991 года в сопоставимых ценах, в то время как Росстат показывает превышение на 13 процентов. При этом в 90-е годы Росстат даже несколько переоценивал величину спада ВВП, потому что недостаточно учитывался фактор теневой экономики. Реальные объемы ВВП в 90-е были выше, чем показывал Росстат. Но с другой стороны, в 1998-2007 годах официальная статистика сильно преувеличивала прирост ВВП – 82 процента. По нашим расчетам, рост составил всего 48 процентов. Подъем в начале нулевых годов помимо роста цен на нефть объясняется использованием резервов производственных мощностей и рабочей силы, образовавшихся в 90-е годы. Но к 2007 году эти возможности роста оказались исчерпанными. И неизбежно должна была наступить сначала стагнация, а затем и спад экономического роста. Что и произошло.

– Мы понесли огромные демографические потери в XX веке. Войны, репрессии, голод, эмиграция... По моим подсчетам, мы потеряли 70-80 млн человек. Причем наши потери больше затрагивали интеллектуальную часть населения – такие люди чаще погибали в войнах и чаще эмигрировали. Из четырех живущих наших соотечественников – лауреатов Нобелевской премии трое работают за границей. Добавьте к этому деградацию качества среднего и высшего образования, которая наблюдается с 70-х годов прошлого века. Плюс дебилизация населения СМИ, особенно электронными. Я хожу в нашу библиотеку в Новосибирске, она одна из крупнейших в России. Залы почти пустые, библиотекарей больше, чем читателей. Недавно я зашел в Баварскую государственную библиотеку. Слезы на глаза навернулись: огромный зал, длиной чуть не в километр, заполнен людьми. В нашем

главном книжном магазине в Новосибирске увидишь 10-15 покупателей, а в том же Мюнхене – 7-этажный книжный, человек 200 у полок стоят, выбирают книги или сидят на диванчиках, пьют кофе, что-то обсуждают, разговаривают...

В заключение Григорий Ханин утверждает, что преодолеть отставание от развитых стран немислимо: «Представьте, что вы на старте стоите, а там впереди вас соперники на 5 километров ушли... Понимаете, руководство страны опирается на ошибочные данные об экономике, недооценивает глубину проблем. Возникает иллюзия, что возможен экономический подъем без серьезных затрат. Мы подсчитали, что в ценах 2015 года для сохранения основных фондов и их прироста на 3 процента в год потребуются 14,6 трлн рублей инвестиций. Плюс 900 млрд рублей – в оборотные средства. В развитие человеческого капитала – образование, здравоохранение, научные исследования – надо вложить 10,3 трлн рублей. Все вместе составит 25,8 трлн рублей в год – треть нашего годового ВВП.

Можно сократить разрыв. Для этого надо перераспределить доходы населения в пользу накопления физического и человеческого капитала и наиболее нуждающихся слоев населения. Но даже это потребует огромных усилий. Можно, например, перераспределить доходы населения, сократить социальную дифференциацию децильных групп с нынешних 30:1 до 6:1, то есть до показателя, существующего в большинстве западноевропейских стран. Но все это потребует долгих лет».

Как мой читатель знает, я постоянно привожу примеры новых технологических достижений, как Израиля, так и других стран. Так, после 15 лет кропотливых разработок израильская компания Urban Aeronautics наконец сумела создать действующую модель пассажирского беспилотника. «Воздушное такси» весит полторы тонны, и поступит на рынок в 2020 году. Первая модель получила название «Cormorant», что переводится как «Баклан». Она может поднимать груз до 500 килограмм и двигаться со скоростью 185 километров в час.

Первый полностью автоматический полет состоялся в ноябре 2016 года. Полная стоимость проекта оценивается в 14 миллионов долларов.

Компания Urban Aeronautics считает, что в первую очередь их беспилотники, использующие внутренние роторы, а не вертолетные винты, могли бы эвакуировать людей из враждебного окружения или давать вооруженным силам безопасный доступ в нужные места.

– Представьте себе, что в городе была применена «грязная бомба» или химическое оружие, – говорит генеральный директор и основатель компании Рафи Йозли. – Кто еще поможет эвакуировать людей кроме дронов?

Компания была основана в Явне в 2001 году. Ее целью было создание беспилотника, который сможет перемещаться между зданиями, не рискуя перерубить лопастями линии электропередачи.

Ну и кроме всего прочего, новый дрон просто сможет занять нишу так необходимого в густонаселенных городах воздушного такси.

По размеру «Баклан» напоминает семейный автомобиль. Он с легкостью сможет взять на борт 2-3 человека. Во время ноябрьских испытаний разрешение на его использование пока не было получено – Управление федеральной авиации нашло какие-то мелкие неполадки в данных, поступающих с бортовых датчиков.

Впрочем, Йозли мало беспокоится о том, что кто-то из конкурентов может его опередить. В создании нового беспилотника было использовано 39 уникальных патентов, специально разработанных компанией.

– Этот дрон может произвести революцию в некоторых аспектах ведения войны, например, в вопросе эвакуации солдат с поля боя, – считает Таль Инбар, руководитель израильского научно-исследовательского центра БПЛА.

Интересно мнение Михаила Веллера об Израиле в сравнении с Россией.

Крошечный Израиль, стоящий в выжженной пустыне, принял в считанные годы 3000000 человек – удвоил собственное население! С очередями и трудностями – но все бывшие нищие советские граждане получили деньги на первые полгода и на обзаведение (до 10.000 долларов), какое-то жилье, курсы языка, какие-то работы. Ни один! – не остался без крыши, без денег – сразу! – без вещей на первое время, без медицинской помощи, без школ для детей.

Упирались, мыли лестницы в переходах, помогали друг другу, но все оклемались и встали на ноги. А мы бросили за границами разваленной державы двадцать пять миллионов своих! Бросили, как

собак! И вопим, что русская нация вымирает! Россия – огромная, с ее землей, с ее ресурсами, с ее нехваткой рабсилы – не может принять русских из-за границ на родину?!

Чувства своего народа нет! А значит – нет и народа. И заметьте – никто в Россию не хочет. И русские не едут. Они-то знают, что к чему. Бардак, нищета, воровство, бандитизм. Заедят, замордуют, замучат. Но вперед! – громить жидов за то, что русским на русских насрать!

3D-печать металлом становится все более популярной. И это не удивляет: каждый металлический материал для печати предлагает уникальное сочетание практических и эстетических свойств для того, чтобы удовлетворить требования предъявляемые к различным продуктам, будь то прототипы, миниатюры, украшения, функциональные детали или даже кухонные принадлежности. Причины печатать металлами настолько веские, что 3D-печать металлами уже внедряется в серийное производство. На самом деле, некоторые 3D-печатные детали уже догнали, а какие-то и превзошли своими свойствами те, что производятся традиционными методами. Традиционное производство из металлов и пластика очень расточительно – в авиапромышленности, например, до 90% материалов уходит в отходы. Выход продукции, в некоторых отраслях, составляет не более 30%. 3D-печать металлами потребляет меньше энергии и сокращает количество отходов до минимума. Кроме того, готовое 3D-печатное изделие может быть до 60% легче, по сравнению с фрезерованной или литой деталью. Одна лишь авиационная промышленность экономит миллиарды долларов на топливе – за счет снижения веса конструкций. А ведь прочность и легкость нужны и в других отраслях. Да и экономичность тоже.

Части реактивного двигателя GE's LEAP напечатаны в 3D на фабрике аддитивного производства AvioAero.

В некоторых промышленных секторах уже используют металлические 3D-принтеры, сделав их неотъемлемой частью производственного процесса, о чем обычный потребитель может и не подозревать:

- Наиболее распространенным примером являются медицинские импланты и стоматологические коронки, мосты, протезы, которые уже считаются наиболее оптимальным вариантом для пациентов. Причина: Они могут быть быстрее и дешевле изготовлены на 3D-принтере и адаптированы к индивидуальным потребностям каждого пациента.

- Второй столь же часто встречающийся пример: ювелирное дело. Большинство крупных производителей постепенно переходит от 3D-печати форм и восковок к непосредственной 3D-печати металлом, а печать из титана позволяет ювелирам создавать изделия невозможного ранее дизайна.

- Кроме того, аэрокосмическая промышленность становится все более и более зависима от 3D-печатных металлических изделий. Ge-AvioAero в Италии – первая в мире полностью 3D-печатная фабрика, которая выпускает компоненты для « реактивных двигателей LEAP».

- Следующая отрасль использующая металлические 3D-принтеры будет находиться в автомобильном секторе. BMW, Audi, FCA уже серьезно рассматривают применение технологии в серийном производстве, а не только в прототипировании (где они используют 3D-печать уже многие годы).

- Казалось бы – зачем изобретать велосипед? Но и здесь 3D-печать металлом нашла применение. Уже несколько лет производители велосипедных компонентов и рам применяют 3D печать. Не только в мире, но и в России это получило распространение. Производитель эксклюзивных велосипедов Triton заканчивает проект с элементом титановой рамы, напечатанным на 3д принтере для снижения веса без ущерба прочности.

Но прежде, чем 3D-печать металлами действительно захватит мир, необходимо будет преодолеть несколько серьезных проблем. В первую очередь – это высокая стоимость и низкая скорость производства больших серий этим методом.

Большинство процессов 3D-печати металлом начинаются с порошка

Многое можно сказать о применении печатающих металлом 3D-принтеров. Тем не менее, основные вопросы такие же, как и с любыми другими 3D-принтерами: программное обеспечение и аппаратные ограничения, оптимизация материалов и печать несколькими материалами. Мы не будем говорить о программном обеспечении много, упомянем лишь, что наиболее крупные издатели, такие как Autodesk,

SolidWorks и SolidThinking – все разрабатывают программные продукты для использования в объемной печати металлами, чтобы пользователи могли воплотить в жизнь изделие любой воображимой формы.

В последнее время появились примеры того, что 3D-детали напечатанные металлом могут быть столь же прочными, как традиционно производимые металлические компоненты, а в некоторых случаях и превосходят их. Созданные с помощью DMLS изделия имеют механические свойства эквивалентные цельнолитым.

Посмотрим же на имеющиеся металлические технологии 3D-печати:

Процесс # 1: Послойное сплавление порошка

Процесс 3D-печати металлами, которым наиболее крупные компании пользуются в наши дни, известен как сплавление или спекание порошкового слоя. Это означает, что лазерный или другой высокоэнергетический луч сплавляет в единое целое частицы равномерно распределенного металлического порошка, создавая тем самым слои изделия, один за другим.

В мире есть восемь основных производителей 3D-принтеров для печати металлом, большинство из них расположены в Германии. Их технологии идут под аббревиатурой SLM (выборочное лазерное плавление) или DMLS (прямое спекание металла лазером).

Процесс # 2: Binder Jetting

ExOne производит 3D-печать металлических частей нанося связующее вещество перед обжигом в печи (изображение: ExOne)

Еще один профессиональный метод с послойным соединением – склеивание частиц металла для последующего обжига в высокотемпературной печи, где частицы сплавляются под давлением, составляя единое металлическое целое. Печатная головка наносит соединительный раствор на порошковую подложку послойно, как обычный принтер на листы бумаги, после чего изделие отправляется в обжиг.

Еще одна похожая, но в отдельных деталях разительно отличающаяся технология, в основе которой лежит FDM печать – замешивание металлического порошка в металлическую пасту. С помощью пневматической экструзии 3D-принтер выдавливает ее, подобно тому, как строительный 3D-принтер делает это с цементом, чтобы сформировать 3D-объекты. После того, как нужная форма напечатана, объекты также спекают в печи. Эту технологию использует Mini Metal Maker – возможно, единственный более-менее доступный 3D-принтер для печати металлом (\$1600). Прибавьте стоимость небольшой печки для обжига.

Процесс # 3: Наплавление

Можно подумать, что среди технологий печатью металлом отсутствует похожая на обычную FDM, но это не совсем так. Конечно, вы не сможете плавить металлическую нить в хот-энде своего 3D-принтера, а вот крупные производители владеют такой технологией и пользуются ею. Есть два основных способа печатать целиком металлическим материалом.

Один из них называется DED (Directed Energy Deposition) или лазерная наплавка. Он использует лазерный луч для сплавления металлического порошка, который медленно высвобождается и осаждается из экструдера формируя слои объекта с помощью промышленного манипулятора.

Обычно это делается внутри закрытой камеры, однако, недавний проект MX3D реализовал аналогичный подход к 3D-печати в сооружении настоящего полноразмерного моста, который должен быть распечатан в 2017 году в Амстердаме.

Другой называется EBM (Electron Beam Manufacturing – производство электронным лучом), это технология формирования слоев из металлического сырья под воздействием мощного электронного луча, с ее помощью создают крупные и очень крупные конструкции. Если вы не работаете в оборонном комплексе РФ или США, то вряд ли увидите эту технологию живьем.

Еще парочка новых, едва появившихся технологий, используемых пока только их создателями, представлена далее.

1: Sciaky EBAM 300 – титановый прут

Для печати действительно больших металлических конструкций лучшим выбором будет «EBAM от Sciaky». Этот аппарат может быть любого размера, на заказ. Он используется, в основном, в аэрокосмической и оборонной промышленности США.

Как серийную модель, Sciaky продает EBAM 300. Он имеет размер рабочей области со сторонами 5791 x 1219 x 1219 мм.

Компания утверждает, что EBAM 300 также является одним из самых быстрых коммерчески доступных промышленных 3D-принтеров. Конструкционные элементы самолетов, производство которых по традиционным технологиям могло занимать до полугода, теперь печатаются в течение 48 часов.

Уникальная технология Sciaky использует электронно-лучевую пушку высокой мощности для плавки титанового филамента толщиной 3мм, со стандартной скоростью осаждения около 3–9 кг/час.

2: Fabrisonic UAM – ультразвуковой

Другой способ 3D-печати больших металлических деталей – Ultrasound Additive Manufacturing Technology (UAM – технология ультразвукового аддитивного производства) от Fabrisonic. Детище Fabrisonic является трехосевым ЧПУ-станком, имеющим дополнительную сварочную головку. Металлические слои сначала разрезают, а затем сваривают друг с другом с помощью ультразвука. Крупнейший 3D-принтер Fabrisonic – “7200”, имеет объем сборки 2 x 2 x 1,5 м.

3: Laser XLine 1000 – металлический порошок

Одним из самых крупных на рынке 3D-принтеров печатающих с помощью металлического порошка долго являлся XLine 1000 производства Concept Laser. Он имеет область сборки размером 630 x 400 x 500 мм, а места занимает как небольшой дом.

Изготовившая его немецкая компания, которая является одним из поставщиков 3D-принтеров для аэрокосмических компаний-гигантов, таких как Airbus, недавно представила новый принтер – XLine 2000.

2000 имеет два лазера и еще больший объем сборки – 800 x 400 x 500 мм. Эта машина, которая использует патентованную технологию LaserCUSING (тип селективного лазерного плавления), может создавать объекты из сплавов стали, алюминия, никеля, титана, драгоценных металлов и из некоторых чистых материалов (титана и сортов сталей.)

Машины, подобные этой, есть у всех основных игроков на рынке 3D-печати металлом: у EOS, SLM, Renishaw, Realizer и 3D Systems, а также у Shining 3D – стремительно развивающейся компании из Китая.

4: M Line Factory – модульная 3D-фабрика

Рабочий объем: 398,78 x 398,78 x 424,18 мм От 1 до 4 лазеров, 400 – 1000 Вт мощности каждый.

Концепция M Line Factory основана на принципах автоматизации и взаимодействия.

M Line Factory, от той же Concept Laser и работающий по той же технологии, делает акцент не на размере рабочей области, а на удобстве производства – он представляет собой аппарат модульной архитектуры, который разделяет производство на отдельные процессы таким образом, что эти процессы могут происходить одновременно, а не последовательно.

Эта новая архитектура состоит из 2 независимых узлов машины:

M Line Factory PRD (Production Unit – производственная единица)

Production Unit состоит из 3-х типов модулей: модуль дозирования, печатный модуль и модуль переполнения (лоток для готовой продукции). Все они могут быть индивидуально активированы и не образуют одну непрерывную единицу аппаратуры. Эти модули транспортируются через систему туннелей внутри машины. Например, когда новый порошок подается, пустой модуль хранения порошка может быть автоматически заменен на новый модуль, без прерывания процесса печати. Готовые детали могут быть перемещены за пределы машины и немедленно автоматически заменяются следующими заданиями.

M Line Factory PCG (Processing Unit – процессинговая единица)

Это независимый блок обработки данных, который имеет встроенную станцию просеивания и подготовки порошка. Распаковка, подготовка к следующему заданию печати и просеивание происходят в замкнутой системе, без участия оператора.

5: ORLAS CREATOR – 3D-принтер готовый к работе

Создатели ORLAS CREATOR позиционируют этот 3D-принтер как максимально доступный, простой в обращении и готовый к работе, не требующий установки никаких дополнительных комплектующих и программ сторонних производителей, способный печатать прямо из файла комплектной CAD/CAM их собственной разработки.

Все необходимые компоненты установлены в относительно компактном корпусе, которому необходимо пространство 90x90x200 см. Много места он не займет, хоть и выглядит внушительно, да и весит 350 кг.

Как можно понять из приведенной производителем таблицы, металлический порошок спекается вращающейся лазерной системой слоями 20–100 мкм толщиной и с размером “пикселя” всего в 40 мкм, в атмосфере азота или аргона. Подключить же его можно к обычной бытовой электросети, если ваша проводка выдержит нагрузку в 10 ампер. Что, впрочем, не превышает требований средней стиральной машины.

Мощность лазера – 250 Ватт. Рабочая область составляет цилиндр 100 мм в диаметре и 110 в высоту.

6: FormUp 350 – Powder Machine Part Method (PMPM)

FormUp 350, работающий в системе Powder Machine Part Method (PMPM) создан компанией AddUp – совместным проектом Fives и Michelin. Это новейший аппарат для 3D-печати металлами, впервые представленный в ноябре на Formnext2016.

Принцип работы у этого 3D-принтера тот же, что и у приведенных выше коллег, но его главная особенность в другом – она заключается в его включенности в PMPM.

Принтер предназначен именно для промышленного использования в режиме 24/7 и рассчитан именно на такой темп работы. Система PMPM включает в себя контроль качества всех комплектующих и материалов на всех стадиях их производства и распространения, что должно гарантировать стабильно высокие показатели качества работы, в чем у Мишлена огромный многолетний опыт.

7: «XJET» – NanoParticle Jetting – струйная печать металлом

Технология впрыска наночастиц предполагает использование специальных герметичных катриджей с раствором, в котором находится взвесь наночастиц металла.

Наночастицы осаждаются и образуют собой материал печатаемого изделия.

Учитывая заявленные особенности технологии (применение металлических частиц наноразмера) несложно поверить создателям аппарата, когда они утверждают о его беспрецедентных точности и разрешении печати по всем трем геометрическим осям.

8: «VADER Mk1» – MagnetoJet – струйная печать металлом

Технология Зака Вейдера MagnetoJet основана на изучении магнитной гидродинамики, а конкретнее – возможности управлять расплавленным металлом с помощью магнитных полей. Суть разработки в том, что из расплавленного алюминия формируется капля строго контролируемого размера, этими каплями и осуществляется печать.

Размер такой капельки – от 200 до 500 микрон, печать происходит со скоростью 1000 капель в секунду.

Рабочая область принтера: 300 мм x 300 мм x 300 мм

Рабочий материал: Алюминий и его сплавы (4043, 6061, 7075)

И пусть пока это только алюминий, но принтер в 2 раза быстрее порошковых и до 10 раз дешевле.

В 2018 году планируется выпуск Mk2 с 10 печатающими головками, что должно дать прирост скорости печати до 30 раз.

Что ж, посмотрим как они справятся.

9: METAL X – ADAM – атомная диффузия

Компания Markforged представила новую технологию 3D-печати металлом – ADAM, и 3D-принтер работающий по этой технологии – Metal X.

ADAM (Atomic Diffusion Additive Manufacturing) – технология атомной диффузии. Печать производится металлическим порошком, где частицы металла покрыты синтетическим связующим веществом, которое удаляется после печати, позволяя металлу соединиться в единое целое.

Главное преимущество технологии – отсутствие необходимости применения сверхвысоких температур непосредственно в процессе печати, а значит – отсутствие ограничений по тугоплавкости используемых для печати материалов. Теоретически, принтер может создавать 3D-модели из сверхпрочных инструментальных сталей – сейчас он уже печатает нержавеющейкой, а в разработке титан, Инконель и стали D2 и A2.

Технология позволяет создавать детали со сложной внутренней структурой, такой как в пчелиных сотах или в пористых тканях костей, что затруднительно при других технологиях 3D-печати, даже для DMLS.

Размер изделий: до 250мм x 220мм x 200мм. Высота слоя – 50 микрон.

Того гляди, скоро можно будет распечатать высококачественный нож, например, с нуля, за пару часов, придав ему любой самый замысловатый дизайн.

Принципиально новое в 3D-печати было недавно создано в США.

Коллектив химиков из Массачусетского технологического института и Питсбургского университета, США, создал технологию для синтеза и модификации полимерных материалов «изнутри», путем добавления новых звеньев в середину уже существующих полимерных цепей. Новый метод позволит, к примеру, изменять свойства напечатанных на 3D-принтерах изделий: контролировать их механическую прочность, размер, а также делать их восприимчивыми или невосприимчивыми к изменению температуры.

Многие современные полимерные материалы изготавливаются путем фотополимеризации: жидкий состав помещается в определенную форму и твердеет под действием света. Это происходит из-за того, что мономеры, содержащиеся в жидком растворе или расплаве, соединяются между собой в полимерные цепочки, а затем – в сети, что обеспечивает прочность полученной конструкции. Несмотря на проработанность этих методик, все они обладают общим недостатком: по окончании синтеза материал практически невозможно изменить, то есть удлинить цепочки, ввести в них мономеры с другими свойствами или даже «бесшовно» соединить два образца. Это происходит потому, что после синтеза полимерные цепи оказываются «мертвыми» – неспособными к наращиванию новых мономеров. В новой работе ученые из США создали метод «живой сборки», направленный на решение этой проблемы. Авторы синтезировали гели, вводя в их состав особую функциональную группу – тритиокарбонат (trithiocarbonate, ТТС), который помещался в середине цепи. Под действием катализатора в этом месте удалось создать контролируемый разрыв и нарастить новые мономеры с обоих концов разорванной цепочки, после чего цепи вновь соединились, таким образом сохраняя целостность полимерной сетки. Одной из главных особенностей этого метода стало использование катализатора, который работает только при облучении его светом с определенной длиной волны, благодаря чему весь процесс наращивания можно начать и остановить в любой момент. В качестве теста новой системы ученые использовали несколько разных типов мономеров. В одном случае цепи просто удлиняли, не изменяя их функциональных свойств. Тем не менее, такая модификация отразилась на характеристиках всего материала: он увеличился в размерах, а также стал более мягким. В другом случае авторы добавили особые мономеры, которые при нагревании до определенной температуры резко сворачивались из рыхлого клубка в плотную глобулу, занимая значительно меньше места. Весь материал, модифицированный таким образом, становился восприимчивым к температурному контролю. По словам авторов исследования, одной из основных целей их работы были технологии производства полимерных материалов, в том числе 3D-печать, для которой возможность модификации уже готовых объектов и бесшовное сращивание нескольких деталей позволяет преодолеть существующие ограничения. На данном этапе технология остается больше пригодной для лабораторных условий – использованный фотокатализатор работает только в бескислородной среде. Однако авторы уверены, что в подбор другого катализатора не станет большим препятствием. Предыдущие попытки создания модифицируемых полимерных цепей и сеток были выполнены той же группой авторов, однако они использовали другой механизм. Ученым тогда также удалось добиться определенного контроля над синтезом и наращиванием их системы, однако в процессе образовывались неустойчивые радикалы, которые могли локально разрушать структуру сети, что значительно ухудшало свойства всего образца. В новой работе эту проблему удалось решить за счет более стабильного механизма полимеризации, благодаря чему структура полимерной сетки остается нетронутой даже после нескольких стадий модификации.

Распространенные сегодня солнечные батареи делаются из тонких пластин кремния высокой чистоты. Процесс их изготовления очень энергозатратен, требует температур выше 1000 °С и применения опасных растворителей.

Альтернативой кремниевым являются солнечные элементы, состоящие из мельчайших кристаллов перовскита. Эти кристаллы можно смешивать с жидкостью и наносить как чернила или краску на стекло, пластик или другие материалы с помощью струйного принтера.

Сделать процесс печати перовскитных солнечных элементов столь же дешёвым и массовым, как тиражирование газет поможет инновация, о которой в журнале Science рассказали инженеры Университета Торонто.

Одним из главных препятствий к этому до сих пор был ESL (Electron Selective Layer) – особый слой, служащий для извлечения возбужденных солнечным излучением электронов из кристаллов перовскита.

Наиболее эффективные ESL получают из порошкообразных компонентов, спекаемых при температуре выше 500 °С. Для перовскитной батареи на гибкой пластиковой основе или для гибридных перовскитно-кремниевых элементов это неприемлемо – они просто расплавятся.

Коллектив под руководством доктора Хайжень Тана (Hairen Tan) разработал химическую реакцию, которая позволяет выращивать ESL из наночастиц в растворе, непосредственно на поверхности электрода. Необходимая для этого температура не превышает 150 °С, что ниже точки плавления многих полимеров. Применяемые наночастицы покрыты слоем атомов хлора, образующих прочные связи с перовскитным слоем – это помогает извлекать электроны.

Для образцов солнечных батарей, изготовленных новым методом, измеренная эффективность составляет 20,1%. Это самый лучший из известных результатов для низкотемпературных методов. Доктор Тан подчеркнул, что КПД перовскитных батарей, изготовленных традиционным способом, ненамного лучше: он достигает 22,1%. Максимум эффективности для кремниевых элементов пока не превышает 26,3%.

Еще одним преимуществом новой техники является стабильность. Производительность многих перовскитных батарей серьёзно ухудшается уже после нескольких часов использования, но образцы с низкотемпературным ESL сохраняли 90% эффективности даже после 500 часов эксплуатации.

«С нашим низкотемпературным процессом, мы можем наносить перовскитные элементы на кремний, не повреждая основу, – заявил Тан. – Если гибридный перовскитно-кремниевый элемент сможет обеспечить эффективность 30% и выше, это сделает солнечную энергию намного более привлекательным экономическим предложением».

Физики из института AMOLF (Нидерланды) и Университета Техаса разработали механический метаматериал, способный смещаться под действием механических нагрузок только в одну сторону и блокировать смещение в другую сторону. Это один из первых примеров системы нарушающей взаимность механических процессов при статических нагрузках. Авторы предполагают, что такие материалы могут найти применение в поглощении механической энергии – от удара или других процессов.

Многие физические процессы устроены так, что идут одинаково хорошо как в одну, так и в другую сторону. К примеру, если из точки А можно передать лазером сигнал в точку Б, то и можно передать и обратный сигнал аналогичным лазером. В механике можно обнаружить сходную ситуацию – если под действием нагрузки в точке А системы сместилась точка Б, то обратное действие на точку Б сместит точку А.

Такая взаимность процессов может быть нарушена в ряде случаев. Например, работа диода в цепи электрического тока делает невозможным протекание тока в одном из направлений. Похожие устройства существуют для акустических и оптических волн. Как отмечают авторы новой работы, все эти ситуации относятся к динамическим процессам – поля соответствующих сил в ходе эксперимента меняются со временем. Новый материал делает возможным нарушение взаимности в статических условиях постоянной нагрузки.

Разработка физиков относится к метаматериалам – средам, в которых свойства определяются в первую очередь структурой, а не химическим строением (выбором веществ). Первый материал напоминал собой по форме скелет рыбы, сделанный из резины. Все «ребра» крепились одной стороной к «позвоночнику», другой – к неподвижным боковым полосам. Ключевым для свойств материала было то, что «ребра» выходили из «позвоночника» не перпендикулярно, а под углом. Когда ученые тянули за «позвоночник» с той стороны, куда были «выгнуты» ребра, материал лишь испытывал небольшую деформацию. В

ситуации, когда напряжение прикладывалось к другому концу «позвоночника», ребра выгибались – смещение материала в целом оказывалось значительным. Этот материал можно назвать одномерным.

На его основе физики создали еще один подобный материал. По своему внешнему виду он напоминает несколько склеенных между собой ромбов. Как отмечают авторы, в нем разница между механическими свойствами в прямом и обратном направлении еще больше. «Материал в целом ведет себя асимметрично – с одной стороны он очень мягкий, с другой – очень жесткий» – описывает конструкцию Димитриос Соунас, соавтор работы. Напряжение, прикладываемое с мягкой стороны, заставляет квадраты легко крутиться, в результате противоположная сторона почти не смещается. Давление на твердую сторону, наоборот, приводит к сильному смещению мягкой стороны.

Среди возможных применений материалов – эластичные элементы для робототехники, протезирования и запасания энергии. Кроме того, подобные среды могут эффективно подавлять вибрации или механическую энергию от столкновений.

Российская наука – единственное, на что еще может рассчитывать Россия для необходимого перехода к следующему технологическому преобразованию. Неужели руководство России не понимает, что технологическое отставание приведет к углублению отставания как в экономике, так и в области современных вооружений.

Профессор Георгий Малинецкий замечает, что во времена прорыва в космос и полета Юрия Гагарина, президентом Академии наук был выдающийся математик, механик и организатор науки академик М.В.Келдыш, организатор института прикладной математики, который сейчас носит его имя. Н.С.Хрущев регулярно звонил президенту Академии и спрашивал мнение Академии по тем или иным важным для страны вопросам. М.В.Келдыш, прекрасно зная и институты, и людей Академии, давал заключения, советы, экспертные оценки. И Отечеству, и советской науке было чем гордиться.

Но, может быть, так и надо? Технопарки налево, стартапы направо, гранты в центре, а науку побоку? Некоторые чиновники Минобрнауки до сих пор полагают, что наука должна жить на гранты. Когда им объясняешь, что зарплата научного сотрудника, даже не младшего, примерно вчетверо меньше, чем учителя в хорошей московской школе, то это вызывает у них искреннее недоумение, а затем вопрос: "Почему же они все не ушли в школу?" И правда, почему? В Агентстве стратегических инициатив (АСИ) на полном серьезе рекомендуют вести такие исследования, которые позволят создать конкурентоспособную продукцию, способную через 10 лет выйти на мировые рынки и растолкать там нынешних лидеров. На недоуменный вопрос "А как же мы без исследований проживём эти 10 лет?" – руководители этой уважаемой организации на голубом глазу объясняют, что ближайшие 10 лет – это не по их ведомству.

Может быть, такое отношение к науке и было бы уместно, если бы перед Россией не стояли стратегические задачи, решать которые без науки нельзя. Президент в своей речи в Кремле упоминал так называемые «большие вызовы». Судя по министерским документам и очередным стратегиям (очевидно, сочиненным не без участия ВШЭ, кудринского центра стратегических разработок и ливановского Министерства образования и науки), там фигурирует множество проблем человечества. А ведь наши большие вызовы совсем другие. Надо сделать так, чтобы в нашей стране жили безопасно, благополучно и в достатке, на уровне, сравнимом с ведущими мировыми державами. Это и будет та самая «мягкая сила», о которой сейчас любят говорить. Ресурсы и люди для этого у нас есть. Да и наука была. Для этого нужна новая индустриализация. Если нет пророка в своем отечестве (кроме ВШЭ), то можно почитать выдержки из Дональда Трампа по поводу возрождения американской индустрии. Во-вторых, надо смотреть вперед и думать об угрозах, о рисках, в особенности военных, ближайшего будущего. Судя по прогнозам ученых, наступивший век будет очень сильно отличаться от XX-го.

Один из молодых ученых, награжденных премией в области науки и инноваций президентом России, обратил внимание на то, что результаты фундаментальных исследований часто оказываются востребованы через довольно длительное время. Он привел пример Майкла Фарадея, открывшего электромагнитную индукцию, результаты которого позволили создать гигантскую электротехническую отрасль через 100 лет. Но спросим себя, почему это произошло в Англии, ведь талантливых людей довольно много в разных странах. Во-первых, судьбу Майкла Фарадея, практически не получившего ни среднего, ни высшего образования, определила научно-популярная лекция, которая помогла понять, что его жизненный путь – это наука.

Во-вторых, Англия имела передовую для того времени промышленность, а это означает отличные измерительные приборы, а также возможность использовать ряд научных результатов в производстве. В-третьих, Британия была «владычицей морей» и очень внимательно следила за усовершенствованиями, которые могли бы повлиять на возможности флота. В-четвертых, в Англии была научная среда – Английское королевское общество, активным членом которой был Майкл Фарадей. Та самая пресловутая Академия...

В других странах с наукой дело обстоит несколько иначе, чем у нас. Определяются стратегические направления, ставятся цели, и главное – ведется систематическая работа и, в конце концов, цели достигаются. Например, программа «Геном человека», которая считалась приоритетом США, была выполнена. В ходе этой работы цена секвенирования генома за 10 лет уменьшилась в 20 тысяч раз. Значение этого для медицины, фармацевтики и других областей трудно переоценить. По оценкам экспертов, каждый доллар, вложенный в эту программу, уже позволил получить более 140 долларов прибыли. Впечатляет китайская космическая программа. На фоне «управленческого хаоса» в нашей космической отрасли это производит впечатление. В настоящее время на США и Китай приходится треть всех научных работ. Между США и Китаем имеет место острейшая конкуренция, и в ряде научных направлений китайские ученые уже опережают американских коллег. А мы, по велению Минобрнауки и ФАНО, последние годы боролись за увеличение числа публикаций в зарубежных базах данных Scopus и Web of Science. Да и вообще из государственных стратегий наука как-то выпала. На нее не смотрят, как на важнейший источник развития России. Складывается впечатление, что народ в мире уже играет в шахматы, а мы все как-то в дурака.

В незавидном положении оказались реформаторы российской науки. Смотришь на них, слушаешь и вспоминаешь старый советский анекдот. Снимают директора завода за развал работы, и на его место приходит новый, чтобы принять дела. Старый директор вручает ему три конверта и говорит: «Когда будет совсем плохо, открывай конверт, там будет написано, что делать». Прошел год. Дела у нового директора идут еще хуже, чем у старого. Открывает первый конверт. Там написано: «Вали все на меня» (Этот этап мы уже прошли. Наши реформаторы валили все провалы в российской науке на Академию и в конце концов ликвидировали ее). Проходит еще год, дела идут еще хуже, чем прежде. Директор открывает второй конверт, там написано: «Устрой реорганизацию». Устроил – улучшений нет. (Этот этап тоже завершен. Три года реформ не улучшили дела ни в науке, ни в Академии. На памятном совещании президентской комиссии по науке, где разбирались кого и почему выбрали, должны были подводиться итоги проведенной реформы. Но об итогах не говорили. Да и о чем говорить?). Завод в полном развале и грустный директор открывает третий пакет. Там написано: «Готовь три пакета». (Да ведь и это мы сделали. В отставку уже отправлен «самый нелюбимый» министр, занимавшийся образованием и наукой – Дмитрий Ливанов). А что же дальше? Пакеты закончились. Кризис жанра...

«Доложите государю императору, что в Англии ружья кирпичом не чистят, и нам не след», – заканчивает Георгий Малинецкий.

Так что же надо делать и чего не надо делать руководству России?