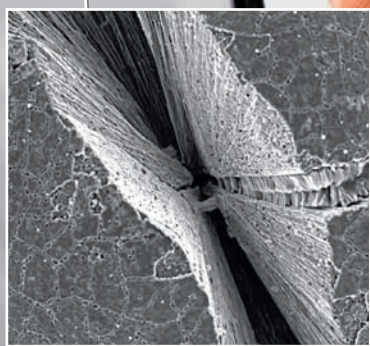


ДИВНЫЙ НОВЫЙ МИР



Нанотехнологии – главная тема современной жизни. Со словом «нанотехнологии» сейчас связан вполне очевидный парадокс. Употребляют его очень часто среди самых разных слоев населения, но обычно не имеют при этом ни малейшего представления, что конкретно за ним стоит. Продлится такая ситуация, по-видимому, недолго. Грядет нанотехнологическая революция. И она стремительно изменит мир так, как не изменяли его еще ни одно открытие, ни одна технология.

НАНОМИР

Мы рвались к другим планетам, думали о законах Вселенной и мироздания в целом и долго не замечали интенсивной жизни микромира. Обычное вещество представлялось нам сплошным, состоящим из множества очень мелких частиц – атомов и молекул, – упакованных довольно плотно. В первой половине двадцатого века обнаружилось, однако, что прочная ступенька под ногами – это иллюзия, что опираемся мы скорее на «пустоту» – так велико расстояние между атомами в решетке.

«Там, внизу, полно места» – бросил клич в 1959 году эксцентричный и эмоциональный американский физик, нобелевский лауреат Ричард Фейнман, определивший выбор профессии для многих физиков старшего и среднего возраста. «Внизу» – это в наномире, в мире атомов и молекул. Посмотрим, насколько малы их размеры. В переводе с греческого «нано» – это «карлик». А если точнее, то приставка «нано» означает одну миллиардную часть чего-нибудь. Например, нанометр – это одна миллиардная часть метра. Один нанометр – это примерно размер молекулы сахара, и это во столько же раз меньше одного метра, во сколько толщина пальца меньше диаметра Земли.

ИДЕИ И КОНЦЕПЦИИ

Определились с масштабом. Попробуем теперь разобраться с самим понятием «нанотехнологии». Как ни странно, специалисты никак не сойдутся на едином определении. Их уже десятки, но вопрос все еще открыт. Если иметь в виду широко распространенное утверждение, что нанотехнологии – это просто некие операции с атомами и молекулами, то это будет совсем неточно. Во-первых, тогда растворение куска сахара в стакане чая – это тоже нанотехнология. Во-вторых, ведь физика, химия, да и биология, занимаются манипуляциями с атомами и молекулами чуть ли не с момента их появления, а слово совсем новое. В чем же тут дело, что такого нового несет понятие «нанотехнологии»? Новизна, по-видимому, в том, что манипулирование атомами и молекулами, а также их группами, производится с целью получить продукт с

заранее заданными свойствами, возникающими именно за счет наночастиц.

Если атомы упорядочены одним образом, имеем песок, если другим – стекло или компьютерные чипы. Корова, производя молоко, ничего другого не делает с травой, водой и воздухом, которые она потребляет, кроме как упорядочивает их атомы другим образом. Наконец, старение и болезни, по сути, всего лишь накапливающиеся нарушения порядка в клетках.

Теперь можно представить, что мы можем иметь, научившись строить из атомов и молекул, как из кирпичей. Мы можем иметь просто все!

Традиционные технологии изготовления чего-нибудь сводились так или иначе к тому, чтобы убрать лишнее. Берем заготовку или сырье – огромное количество атомов и молекул – и вырезаем, выпиливаем, отливаем, формируем то, что нужно. Это так называемые балк-технологии (англ. «bulk» – «груда», «кипа»).

Нанотехнологии – это совершенно иной подход к производству. Предполагается, что здесь манипулируют отдельными атомами и молекулами, укладывая их слой за слоем в нужном порядке, чтобы создать объект с желаемыми свойствами. Идея, конечно, выглядит фантастической. Но никакие законы физики не мешают это делать. Проблемы здесь чисто технологические. Из чего строить – ясно. Из молекул и атомов, как самых маленьких «кирпичиков». Из каких молекул и атомов? Да из каких угодно! Чего у нас больше всего? Мы часто говорим: «Много, как... грязи». Вот, из грязи можно строить. И из воздуха. И из воды. Лишь бы были главные элементы – углерод, кислород, азот, водород, кремний, а остальные потребуются в микроколичествах.

А вот как строить и чем – с этим сложнее. Нужно видеть отдельные атомы, чем-то их взять, перенести и поместить точно в нужное место. Работать с помощью привычных инструментов в нанобласти человеку невозможно – ничего не видно, и руки слишком большие.

Прошли десятилетия со времени, когда Фейнман призвал исследовать мир атомов и молекул, а ничего не изменилось. Работать с отдельными атомами стало возможно только после создания



сканирующего туннельного микроскопа в 1981 году. Сейчас таких устройств, называемых сканирующими зондовыми микроскопами, уже целое семейство. Они позволяют не только увидеть и измерить различные параметры в наномире, но и захватывать, переносить и укладывать атомы поштучно. Вот он, главный инструмент для изучения наномира! Цены на них сейчас колеблются от 40 тысяч до 100-200 тысяч долларов – в зависимости от решаемых задач.

Следующий странный факт можно объяснить только тем, что некоторые отдельные люди каким-то образом могут кое-что разглядеть в будущем. В сказке Николая Лескова «Левша» сообщается, что надписи на гвоздиках, которыми подкована блоха, можно прочитать только в «мелкоскоп» с увеличением в пять миллионов раз. Но это же совпадает с увеличением, которое дают современные сканирующие зондовые микроскопы!

С помощью такого микроскопа, атом за атомом, сотрудники компании IBM в 1989 году выложили атомами ксенона логотип своей фирмы. На это у них ушло 35 атомов ксенона и 22 часа времени... Это все равно, что пинцетом египетские пирамиды строить.

А нельзя ли побыстрее? И чтобы машина собирала, а не вручную. Вот здесь и начинаются нанотехнологии!

Эрик Дрекслер – отец-основатель нанотехнологии – придумал самую оригинальную наномашину для атомной сборки и назвал ее «ассемблер», то есть «сборщик». Цель ассемблера – с очень большой точностью создавать из атомов и молекул любые наноустройства. То есть это будет молекулярный робот со сменными программами, созданными человеком. Чтобы написать для этого робота программу, нужно знать, что и где взять, куда отнести и где положить. Простейший способ узнать, как что-то устроено, хорошо знают дети – нужно разобрать устройство, запоминая, что с чем и как было соединено. Значит, ассемблер будет работать в паре с дизассемблером, который разберет объект на атомы и молекулы, записывая его структуру, а потом передаст всю эту информацию компьютеру, управляющему ассемблером.

Чтобы сборка шла быстро, ассемб-

леров потребуется очень много, поэтому хорошо бы, чтоб они и себя воспроизводили тоже. Это уж слишком, да? Но ведь в природе есть прекрасный биологический ассемблер, непрерывно воспроизводящий себя – живая клетка. Дрекслер показал, что в принципе можно приспособить биологические наномашинки к сборке «неживой» продукции. И тогда развитие нанотехнологий приведет к тому, что триллионы ассемблеров-наномашин на нанофабриках будут собирать все необходимые человеку макрообъекты: автомобили и дома, одежду, компьютеры и еду, причем очень дешево. На что похоже? Ну да, старик Хоттабыч, «скатерть-самобранка» и прочее в том же духе.

Ассемблеры – наносубмарины – можно будет ввести шприцом человеку в кровь – и проблем со здоровьем больше нет. Вовремя будут уничтожены раковые клетки и микробы, отложения холестерина и солей, поправлены ДНК.

Заметьте, что если первый экземпляр наномашинки-ассемблера будет стоить жуткую сумму порядка миллиардов долларов, и его изготовление (по прогнозам Артура Кларка) может занять десятки лет, то второй и последующие уже достанутся человечеству бесплатно. Они же будут сами собирать и продукцию, и себе подобных. Остановить бы их только вовремя!..

Великолепный пиар слова «нанотехнология» в фантастическом, но хорошо технически и научно обоснованном сюжете книги Дрекслера «Машины созидания» произвел очень сильное впечатление на нужных людей – на политиков. Ведь они хотят очень долго играть в гольф, хотя бы лет до 150. А нанотехнологии это обещают! В 2000 году в США была открыта Национальная нанотехнологическая инициатива с невиданными в истории науки и техники ассигнованиями до 2020 года! К настоящему времени США потратили на нанотех более восьми миллиардов долларов государственных денег. Частные капиталовложения составляют еще большую сумму – около 120 миллиардов долларов ежегодно.

Россия стартовала на семь лет позже, но государственные капиталовложения в нанотехнологии очень внушительные – за восемь грядущих лет будет потрачено 106,4 миллиарда бюджетных рублей и

около 300 миллиардов рублей составит вклад частного бизнеса.

Однако до реализации идей Дрекслера еще очень далеко. Сейчас нанотехнологии находятся на стадии исследования и создания систем, которые теоретически возможны, но еще не реализованы из-за того, что нет нужных инструментов – ассемблеров. Мы с нанотехнологиями сейчас как дети, которые буквы уже знают, начинают их в слова складывать, но смысл этих слов, а тем более целых фраз, еще ускользает.

Что же достигнуто в реальности? Реальность в миру и в лабораториях очень разная...

ФИОЛЕТОВОЕ ЗОЛОТО, БУМАЖНЫЕ ДОМА, ШЕЛКОВЫЕ КОСТИ И ЖИВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ...

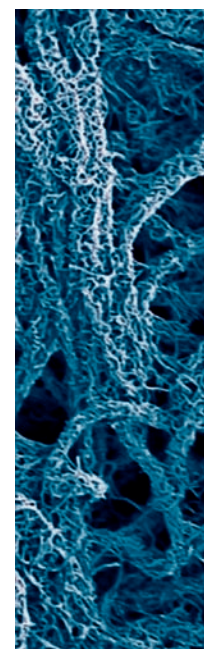
Тем, кто любит порядок, очень понравится в лабораториях, работающих по тематике нанотехнологий. Потому что здесь царствуют порядок и гармония.

Среди чудес наномира никак не обойти два главных и очень красивых его объекта, о которых, как говорят, в Америке и в Японии уже все домохозяйки знают. Это фуллерены и нанотрубки.

Мы со школьных времен знаем, что углерод может быть в двух формах – в виде графита и в виде алмазов. Но однажды, в 1985 году, копаясь в саже, ученые совершенно неожиданно разглядели в сканирующие микроскопы третий вид углеродного соединения – фуллерен. Так его потом назвали в честь архитектора Бакминстера Фуллера, который использовал подобные структуры в архитектуре.

Эта природная углеродная структура в виде футбольного мяча очень привлекательна своими необычными физико-химическими свойствами. Идеальная смазка, сверхпроводник, поглотитель света – это еще не все, что уже известно. Но здесь еще и тот редкий случай, когда дорого стоит... пустота. Фуллерен, как пирожок, можно «начинить» другими атомами, что не менее сильно влияет на его свойства, чем содержимое пирожка на его вкус.

Еще одна структура в наномире – нанотрубка. Эта гигантская молекула



содержит около миллиона атомов углерода и похожа на рулон проволоочной сетки. В природе она диаметром около нанометра и длиной в 1000 раз больше, около микрона.

В лабораториях научились выращивать искусственные нанотрубки на подложке, но они пока коротенькие. А для чего их выращивать?

Углеродные трубки легче дерева, но потрясающе прочны – трос в миллиметр толщиной способен выдержать 20 тонн. Этот трос найдет спрос! Не такой уж

лото, оно станет фиолетовым?!

А если бумагу сделать из нановолокон целлюлозы, то она станет прочнее стали, оставаясь такой же легкой. И это уже не плод воображения. Прошедшим летом сообщалось о вполне успешных лабораторных испытаниях нанобумаги в качестве строительного материала. Бумажные корабли и дома будут сооружать как в искусстве оригами. Поистине, большие чудеса могут произрасти от очень малых изменений в структуре материала при том же химическом

составе.

Каждую неделю рассылки новостей в области нанотехнологий сообщают о создании множества новых веществ и устройств.

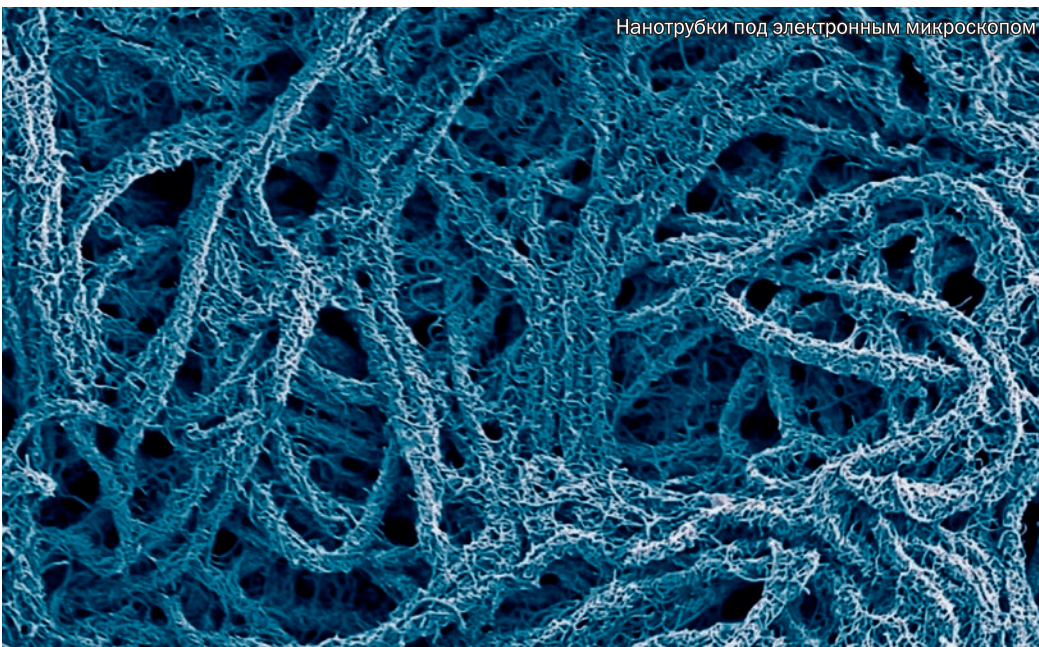
В лабораториях нанобомбы-микрокомпьютеры взрывают раковые опухоли.

Найден способ выращивания костной ткани на основе белка шелка, и в эту шелковую кость могут прорасти сосуды, и она тканями обрастает, то есть она становится «родной» для больного.

Эндрю Карнеги сказал: «Возможно все, что допускает наш мозг». Но похоже, возможно даже и то, чего он сегодня категорически не допускает! В электронике детали микросхем уже включают биологические объекты. И... даже неудобно как-то... предпринимаются конкретные шаги по созданию полностью живых компьютеров.

...Жидкое зеркало. Наночастицы серебра плавают в органическом растворе. Мало того, что очень большой коэффициент отражения света, еще и кривизну такого зеркала можно легко изменять магнитным полем. Это не только для комнаты смеха, это для телескопов тоже.

...Солнце палит нещадно. И в доме очень жарко. Кондиционер охлаждает, но он при этом тратит электроэнергию,

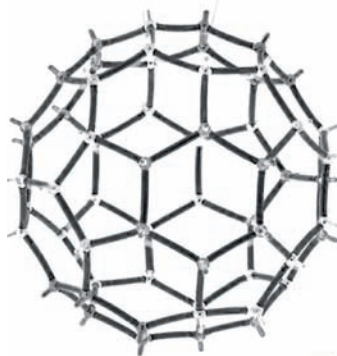


фантастической выглядят теперь планы НАСА реализовать к 2018 году идею К.Э. Циолковского о строительстве грузового лифта на околоземную орбиту.

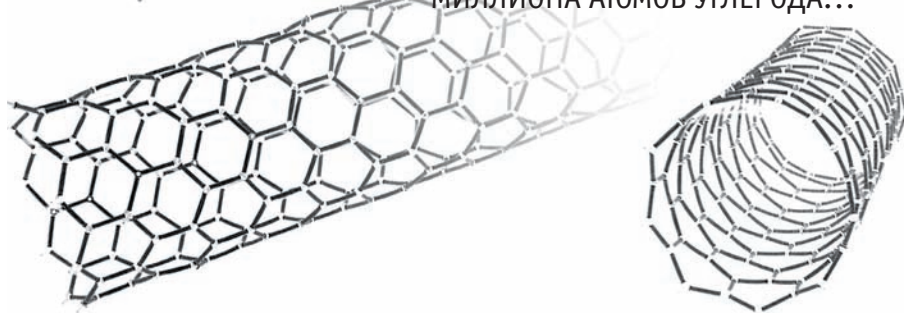
Нанотрубки лучше металла проводят электричество и при этом не нагреваются даже при очень больших токах. Да ведь это как раз то, что нужно как нанопровода для соединения отдельных компонентов нанокomпьютеров!

Еврокомиссия относит работы по разработке новых материалов на основе углеродоводородных нанотрубок к особо важным для развития науки и техники.

С уменьшением размеров частиц, образующих вещество, удивительным образом изменяются его свойства. Ну кто мог бы предположить, например, что если очень сильно измельчить зо-



ТРЕТИЙ ВИД УГЛЕРОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ – ФУЛЛЕРЕН, ЭТО ПРИРОДНАЯ УГЛЕРОДНАЯ СТРУКТУРА В ВИДЕ ФУТБОЛЬНОГО МЯЧА ОЧЕНЬ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНА СВОИМИ НЕОБЫЧНЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ...



НАНОТРУБКА – ГИГАНТСКАЯ МОЛЕКУЛА, СОДЕРЖАЩАЯ ОКОЛО МИЛЛИОНА АТОМОВ УГЛЕРОДА...

а напряжение в сети и так совсем низкое. Что-то в этой типичной ситуации неправильно, правда? Ну да, хорошо бы, чтоб кондиционер эту лишнюю тепловую энергию превращал в электрическую, да сам и использовал. Нанотехнологии обеспечат это элегантное решение проблемы, по прогнозам, через три-пять лет. Это удивительно, но не более, чем то, что биохимики уже создали белковые машины, которые строят белок из веществ, выделенных из дыма.

Самые большие успехи – в электронике, создании новых материалов и в медицине.

На стыке этих отраслей – «умные» вещи, которые меняют свои свойства в зависимости от ситуации. К тому же владелец сможет с ними пообщаться.

Быстрый прогресс в ключевых областях нанотехнологий обнадеживает. Скорее всего, уже на нашем веку они очень сильно изменят жизнь.

В МИРУ

На самом деле, сами того не зная, мы давно уже потребляем продукты нанотехнологий. Просто они раньше не имели в своих названиях приставки «нано». Особенно это относится к электронике и химической промышленности.

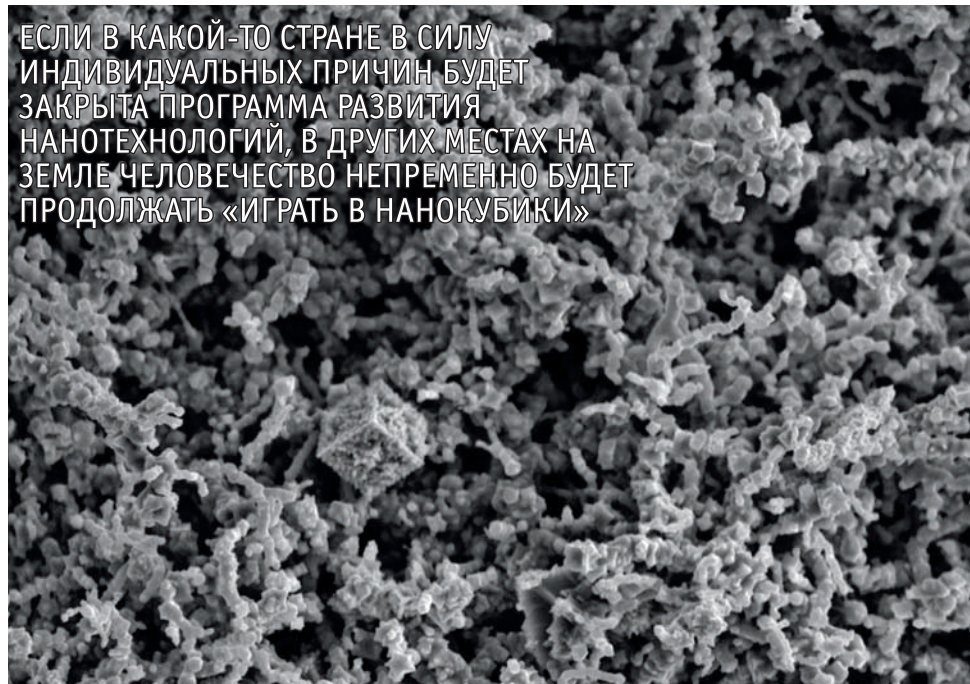
С применением наночастиц создаются строительные материалы и спортивный инвентарь, непромокающие, пуленепробиваемые и бактерицидные ткани, светодиоды нового поколения, косметика, краска для самолетов.

Один из самых востребованных на рынке продуктов нанотехнологий – топливный катализатор, резко повышающий экономичность топлива и снижающий вредные выхлопы.

На потребительском рынке сейчас реализуются сотни товаров, изготовленных с применением нанотехнологий. Однако вопрос об их влиянии на здоровье человека пока остается открытым. И все мы – немножко подопытные морские свинки в этом смысле.

Однако отказ от нанотехнологий невозможен. Прежде всего, это просто логичный путь познания. К тому же он сулит слишком большие блага. Так что если в какой-то стране в силу

ЕСЛИ В КАКОЙ-ТО СТРАНЕ В СИЛУ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПРИЧИН БУДЕТ ЗАКРЫТА ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, В ДРУГИХ МЕСТАХ НА ЗЕМЛЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВО НЕПРЕМЕННО БУДЕТ ПРОДОЛЖАТЬ «ИГРАТЬ В НАНОКУБИКИ»



индивидуальных причин будет закрыта программа развития нанотехнологий, в других местах на земле человечество непременно будет продолжать «играть в нанокубики».

ПРИРАСТАНИЕ БЛАГ И ВЕЛИКИЕ ТРУДНОСТИ

В быстро развивающихся областях гадание на кофейной гуще может дать более точные предсказания, чем эксперты. Но все, от скептиков до мечтателей, сходятся в одном: в XXI веке развитие будут определять нанотехнологии. Сильно изменится не только то, из чего мы будем что-то делать, но и то, как мы будем это делать. И даже то, как мы будем думать о себе и о своем мире.

А может, все будет происходить так медленно, что человек будет успевать привыкать к переменам в себе? Сначала вам введут антивирусные и противораковые препараты, потом соорудят искусственную иммунную систему, далее – искусственные системы органов – это ведь просто чуть побольше, к примеру, кремния и углерода в организме – и все. И можно, поживая на дарах всемогущих технологий, прожить несколько сотен счастливых лет. Вообще-то и о бессмертии поговаривают...

Свойства уже открытых и создан-

ных нанообъектов дают реальную основу для воплощения самых безудержных фантазий. Как никогда актуальным становится ясно осознать, чего мы хотим, и к чему это приведет. Существует опасность неконтролируемого размножения продуктов нанотехнологий. Представьте себе результат этого процесса, если даже вид поля, заросшего одним видом сорняка, производит удручающее впечатление. Пока это чисто теоретическая опасность. Но где тот предел, за которым все быстро может стать реальностью?

Опасно и то, что впервые в истории человечества могущественные технологии могут быть доступны частным лицам. Если чума двадцатого века – ядерное оружие – требует редкого сырья и сложного оборудования, то для организации крупномасштабных катастроф нового типа таких ограничений нет.

Мы прежде чувствовали, в чем разница между живым и неживым. Теперь же происходит какое-то смещение этой границы. Однако если тревожит, что прерогатива создавать себе подобных уплывает от живой природы к неживой, стоит вспомнить, что наши клетки делятся без участия сознания, необходим лишь подвод энергии и материала...

Размышляя о процессе создания чего-нибудь «нанотехнологического» из всех известных и неизвестных ныне элементов, можно отметить две резко различающиеся стадии: первая – сугубо личностная, творчески-индивидуальная, на которой из отдельных атомов и молекул разрабатывается нечто совершенно новое, и это вполне сродни тому процессу, как в результате бесчисленных звуковых и цветовых комбинаций создаются музыка и живопись. Это – творчество.

И вторая, совершенно механическая, – стадия бесконечного воспроизведения объектов по принципу: чем точнее, тем лучше. Это удел машин, пусть даже и очень умных.

ЧТОБЫ ПЕРЕМЕНЫ НЕ ЗАСТАЛИ ВРАСПЛОХ

Известный путь развития: фундаментальные исследования, прикладная наука, опытно-конструкторские разработки технологий и, наконец, реализация этих технологий с выдачей конечного продукта. Бизнес подключается к этой схеме в лучшем случае на этапе прикладной науки. Естественно, если в этой общепризнанной и логичной схеме нет первого этапа, то говорить, собственно, не о чем. Следовательно, прорыв в нанотехнологиях может осуществить только государство или содружество государств, активно инвестирующие в фундаментальную науку и имеющие соответствующие кадры.

Однако на нанотехнологов сейчас

еще не учат. Правда, летом 2008-го было принято решение об открытии в МГУ магистратуры по нанотехнологиям. Примечательно, что принимаются туда бакалавры любых специальностей. Что еще раз говорит об объединении вокруг нанотехнологий многих наук.

Как никогда актуальным становится самообразование. И возможности для этого, благодаря Интернету, появились колоссальные – от заказа нужных книг до дистанционного обучения и деятельности в рамках виртуальных научных сообществ.

Не скрою, у этой публикации есть вполне конкретные цели. Прежде всего – помочь тем, кто считает себя современным человеком, избежать грубых ошибок при обсуждении сложившихся мифов и откровенного вранья о нанотехнологиях.

Масштабно мыслящих молодых людей хотелось бы призвать при выборе профессии учесть мнение экспертов, что в развитых странах уже через пять лет вся промышленность будет развиваться с использованием атомных и молекулярных технологий. По оценкам Еврокомиссии к 2015 году в области нанотехнологий будут заняты 10 миллионов человек.

Как все дороги когда-то вели в Рим, так ныне все профессиональные пути приведут, так или иначе, к нанотехнологиям. Уже проводятся олимпиады и конкурсы проектов по нанотехнологиям, и по их результатам даже школьник может получить возможность развивать свои идеи за счет частных и государственных вложений.

Есть ощущение, что связывая свою деятельность с наномиром, человечество сможет удовлетворить свое главное желание, исполнение которого было ранее доступно лишь избранным, – жить так, чтобы чувствовать себя творцом. Бывает, правда, что без приоритета духовности творцы становятся опасными...

Однако идеи невозможно засунуть назад, в ящик Пандоры. Мы начинаем новую игру, правила которой придуманы самой природой, а ставка не меньше, чем жизнь на Земле. ■

...ЕСТЬ ОЩУЩЕНИЕ,
ЧТО СВЯЗЫВАЯ СВОЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
С НАНОМИРОМ,
ЧЕЛОВЕЧЕСТВО
СМОЖЕТ
УДОВЛЕТВОРИТЬ СВОЕ
ГЛАВНОЕ ЖЕЛАНИЕ,
ИСПОЛНЕНИЕ
КОТОРОГО БЫЛО
РАНЕЕ ДОСТУПНО
ЛИШЬ ИЗБРАННЫМ,
– ЖИТЬ ТАК, ЧТОБЫ
ЧУВСТВОВАТЬ СЕБЯ
ТВОРЦОМ

