

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ

РИЧАРД ФЕЙНМАН И НАНОТЕХНОЛОГИЯ

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Ст.: Е. Петренко, А. Терновой

*Рук.: асс. К.А. Минакова, доц. В.А Лыках,
проф. Е.С. Сыркин*

*There's plenty of room at the bottom.
(R. Ph. Feynman)*

Мысль о том, что в будущем человечество сможет создавать объекты, собирая их на нанометровом уровне, принадлежит американскому физику Ричарду Фейнману, изложенная 29 декабря 1959 года на рождественской лекции, которая называлась “There’s plenty of room at the bottom”[1]. В адаптированном переводе на русский язык эта фраза была переведена следующим образом: «Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики» [2].

Фейнман был уверен, что принципы физики позволяют манипулировать веществом на уровне атомов. «Внизу располагается поразительно сложный мир малых форм и когда-нибудь (например, в 2000 году) люди будут удивляться тому, что до 1960 года никто не относился серьезно к исследованиям этого мира...»[1,2] - писал он.

В то время многие предположения Фейнмана его современники относили к своеобразно творческой натуре физика.

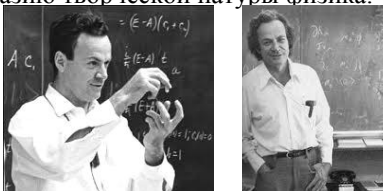


Рис.1 Ричард Филлипс Фейнман (Richard Phillips Feynman, 11 мая 1918 - 15 февраля 1988) — выдающийся американский физик-теоретик. Лауреат Нобелевской премии по физике 1965 года.

Р. Фейнман также писал «... Рискну предложить еще одну идею (рассчитанную, возможно, лишь на очень далекое будущее), которая мне представляется исключительно интересной. Речь идет о возможности располагать атомы в требуемом порядке — именно атомы, самые мелкие строительные детали нашего мира! Что произойдет, когда мы

научимся реально выстраивать или укладывать атомы поштучно в заданной последовательности...»[1].

И мы с вами живём в этом будущем...

Несколько последних десятилетий общественной жизни были ознаменованы появлением и бурным развитием нанотехнологии, науки занимающейся изучением свойств объектов и разработкой устройств порядка нанометра (10^{-9} м)

Появление таких методов исследования как атомно-силовая микроскопия и туннельная электронная микроскопия позволили не только увидеть атомную структуру материалов, но и проводить различные реальные эксперименты. В настоящее время принято считать, что нанотехнология является важным этапом развития электроники и других наукоёмких производств.

Сегодня умеют массово выращивать однослойные и многослойные углеродные нанотрубки длиной сотни микрон. И это притом, что диаметр такого волокна не превышает нескольких десятков нанометров. Растут они на подложке из кремния, словно густой лес, который потом можно «срубить» и сплести в одну длинную нить. Сотрудники Техасского университета в Далласе (The University of Texas at Dallas) из 1 см^2 такого «леса» вытягивают несколько метров высокопрочной почти невидимой нити толщиной несколько микрон[3]. Сделанные из нее 20-микронные «канаты» оказались в 5 раз прочнее самых крепких кевларовых нитей такого же диаметра.

Особый интерес к углеродным волокнам проявляют сегодня космические агентства, надеющиеся с их помощью сделать более компактными и мобильными будущие автоматические космические аппараты. С надеждой смотрят на углерод и мечтатели о космическом лифте, который должен открыть дорогу в космос всем желающим.

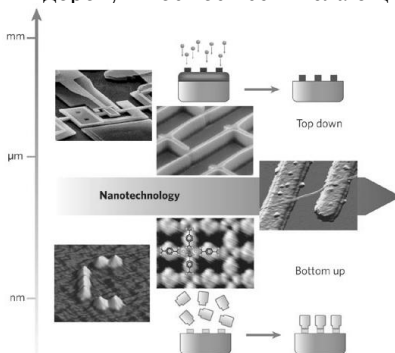


Рис.2 Метод «Снизу вверх»: упорядочение процессов супрамолекулярных или твердотельных архитектур от атомного до мезоскопического масштаба.

На рис.2 показано (по часовой стрелке сверху вниз): электронная микроскопия изображения наномеханического электрометра, полученного методом электронно-лучевой литографии; узорчатые пленки углеродных нанотрубок, полученные методами микроконтактной печати и каталитического роста; одна углеродной нанотрубка, соединяющей два электрода (самый тонкий в мире провод из углеродных нанотрубок на фоне платиновых электродов, толщина провода всего около 10 атомов, увеличение около 500 000х); постоянные металл-органические нанопористые структуры с включениями атомов железа и функциональных молекул; семь молекул монооксида углерода, образующих букву 'С', расположенную на игле сканирующего туннельного микроскопа[4].

Большая часть разработок в области нанотехнологии связана с углеродными наноструктурными материалами. На сегодняшний день объектами исследования являются углеродные наноструктуры, открытые в течение последних 20 лет, такие как углеродные нанотрубки, их многоотверстные соединения и графены [5,6]. Интерес к этим наноструктурам вызван тем, что вследствие молекулярного масштаба они обладают новыми необычными физическими и химическими характеристиками[7]. В настоящий момент благодаря своим уникальным свойствам нанотрубки считаются одними из наиболее перспективных материалов нанoeлектроники и наномеханики.

Предстоящий прорыв физиков и инженеров в мир атомов будет не менее значим, чем освоение ядерной энергии или выход в космос. Причем особую актуальность исследования в области наномира приобретают в связи с планируемым активным изучением биологических процессов. Выяснение законов, по которым организуются живые и неживые системы, может кардинально изменить наш мир к лучшему.

Литература:

1. Feynman, R. P. There's plenty of room at the bottom. // Eng. Sci. – 1960. - № 23. – P.22–36.
2. Фейнман Р. Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики. // Химия и жизнь. – 2002. - №12. – С.20-26.
3. Lepro X., Lima M.D., Baughman RH. Spinnable carbon nanotube forests grown on thin, flexible metallic substrates. // Carbon. – 2010 - №48 – P.3621-3627.
4. Johannes V. Barth, Giovanni Costantini, and Klaus Kern. Engineering atomic and molecular nanostructures at surfaces. // Nature. . – 2005. - № 437. – P.671–679.
5. Manzhelii E.V., Feodosyev S.B., Gospodarev I.A., Syrkin E.S., Minakova K.A. Phonon spectrum and vibrational characteristics of linear nanostructures in solid matrices // Low Temp. Phys. – 2015. – №7. – P.557-563
6. Klochko M.S., Syrkin E.S., Voinova M.V. Application of the surface waves for studying the nonlinear characteristics of gas-trapping sensors located on a solid surface. // УФЖ – 2014. – №12. - С.1167-1172
7. Bagatskii M.I., Barabashko M.S., Dolbin A.V., Sumarokov V.V. The specific heat and the radial thermal expansion of bundles of single-walled carbon nanotubes. // Fiz. Nizk. Temp. – 2012 - №38. - С.667-673