

УДК 621.38.001.66(031)

**ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ТА ПОДАЛЬШИЙ РОЗВИТОК
НАНОТЕХНОЛОГІЇ У РАДІОЕЛЕКТРОНІЦІ**

к.т.н. Л.І. Панов, А.В. Деревенча

Одеський національний політехнічний університет

Україна, м. Одеса

**HISTORICAL ASPECTS AND DIRECTIONS OF FURTHER
DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY IN RADIOELECTRONICS**

d.ph. L.I. Panov, A.V. Derevencha

Odesa National Polytechnic University, Ukraine, Odesa

Йдеться про важливість нанотехнології для радіоелектроніки. Висвітлено питання про окремі напрямки подальшого розвитку, впровадження нанотехнології у практику розроблення та виробництва вітчизняної радіоелектронної апаратури

Ключові слова: нанотехнологія, наноматеріали, радіоелектроніка.

It is about the importance of nanotechnology for electronics. The questions about specific areas for further development, implementation in practice of nanotechnology development and production of domestic electronic equipment

Keywords: nanotechnology, nanomaterials, electronics.

Мета нашого дослідження - привернути належну увагу можливостям використання нанотехнологій щодо вдосконалення радіоелектронних засобів у сучасному вітчизняному виробництві.

Ідея про те, що цілком можливо складати пристрої та працювати з об'єктами, які мають нанорозміри, висловлена лауреатом Нобелівської премії Річардом Фейнманом у 1959 році у Каліфорнійському технологічному

інституті: "Там, знизу, повно місця!". Слово «знизу» у назві лекції означало у «світі дуже малих розмірів». Тоді Фейнман сказав, що коли-небудь, наприклад, в 2000 році, люди будуть дивуватися з того, чому вчені першої половини ХІХ століття проскочили цей нанодіапазон розмірів, сконцентрувавши всі свої зусилля на вивченні атома і атомного ядра. За словами Фейнмана, люди дуже довго жили не помічаючи, що поряд з ними живе цілий світ об'єктів, розгледіти які було неможливо. А якщо ми не бачили цих об'єктів, то й не мали змоги працювати з ними.

Фейнман так описував наслідки біотехнологічної революції для комп'ютерів: «Якщо, наприклад, діаметр з'єднуючих дротів становитиме від 10 до 100 атомів, то розмір будь-якої схеми не перевищуватиме декількох тисяч ангстрем (10^{-10} м). [1] П.О. Ребіндер був першим, хто сказав: «До міцності через руйнування твердого тіла». Суть цієї ідеї полягає у підвищенні міцності твердого тіла шляхом розкладання недосконалої структури на атоми і подальшим зрощенням частинок у досконалу структуру. Термін «нанотехнологія» ввів Норіо Танігуті у 1974 році. Він назвав цим поняттям виготовлення виробів розміром кількох нанометрів. Першим, хто зайнявся наноматеріалами в їх сучасному розумінні, був американський вчений Г. Глейтер. У 1981 році він окреслив поняття «нанокристалічний», сформулював концепцію створення наноматеріалів, розвинув її в серії робіт 1981-1986 рр., ввів терміни: «нанокристалічні», «наноструктурні», «нанофазні» і «нанокомпозитні» матеріали. Головний акцент у цих роботах було зроблено на вирішальній ролі численних поверхонь розділу в наноматеріалах як основі для зміни властивостей твердих тіл. Однією із найважливіших подій в історії нанотехнології та розвитку ідеології наночастинок стало також відкриття у середині 80-х - початку 90-х років ХХ століття наноструктур вуглецю - фулеренів і вуглецевих нанотрубок, а також відкриття вже в ХХІ столітті способу отримання графену, а також обладнання для маніпулювання окремими

атомами. Ідеальний процес створення наноструктур - це складання атома за атомом, як і пропонував Річард Фейнман . Із розвитком скануючої зондової мікроскопії (СЗМ) ця фантастична перспектива стала реальністю. Нині серед різних підходів, СЗМ показала себе як найбільш простий і зручний метод маніпулювання атомами. Ще однією перевагою СЗМ є те, що її можна використовувати не тільки як прилад для досліджень, але і як інструмент для впливу на атоми поверхні.

Використовуючи міжатомні сили між «останнім» атомом голки і атомом на поверхні, а також електростатичні сили, що діють з боку голки на поверхню, можна чіпляти атоми до голки, переміщати їх поверхнею у потрібне місце, видаляти непотрібні, осаджувати додаткові атоми з голки. Тобто, для атомних маніпуляцій і спостереження використовується один і той же прилад: можна спочатку оглянути поверхню, вибрати об'єкт для маніпуляцій, зробити їх, а потім перевірити результат. Можливість таких атомних маніпуляцій вперше продемонстровано в 1989 році групою американського фізика Д. Ейглерю. Іншим інструментом для маніпулювання атомами є лазерна пастка (оптичний пінцет) та її удосконалений варіант - магнітооптична пастка. Оскільки світло представляє собою високочастотне електричне та магнітне поле, сфокусований лазерний пучок створює змінне електричне поле з локальним максимумом. Коли це поле взаємодіє з атомом, воно змінює розподіл електронів навколо атома та індукує у ньому електричний дипольний момент. Такий атом буде притягатися в область локального максимуму електричного поля лазерного променя. Інша сила, що діє на атоми в промені лазера - тиск світла: атоми, поглинаючи фотони, набувають їх імпульсу, і починають розсіюватися. Для мінімізації розсіювання частота випромінювання лазера повинна бути нижчою від частоти, при якій атоми поглинають фотони. За допомогою лазерних пасток вдалося утримувати атоми випаровування речовин, які рухаються за кімнатної температури з надзвуковою швидкістю, практично в нерухомому стані, тобто,

знижувати їх температуру майже до абсолютного нуля. Також вчені університету зі штату Іллінойс (США) створили біполярний транзистор, який здатний працювати з частотою 600 ГГц. Вони планують незабаром створити транзистор, який зможе подолати терагерцовий бар'єр і стати основою для високошвидкісних обчислень. Маючи менший розмір, терагерцовий нанопроцесор буде містити в 25 разів більше транзисторів, працювати в 25 разів швидше і споживати менше енергії, ніж сучасні чіпи. Є намір створити такий чіп на основі нанотранзисторів. Польовий транзистор на основі фосфіду індію і арсеніду галію містить колектор, базу і емітер. Саме на такому транзисторі вченим вдалося отримати частоту 604 ГГц і здобути славу творців найшвидшого транзистора в світі.

Враховуючи досвід світових вчених в області нанотехнологічних знань, слід належну увагу приділити питанню щодо напрямів подальшого розвитку та впровадження нанотехнології у сучасній вітчизняній радіоелектроніці. Розвиток досліджень та розроблень із нанотехнології в області радіоелектроніки гальмується відсутністю матеріально-технічної бази для наукових досліджень. На нашу думку, розв'язати проблему може кооперація вишів із підприємствами, які використовують цю технологію, однак проблема в Україні є глобальною. Для будь-якої країни існує такий параметр, як коефіцієнт впровадження інновацій. Це відсоток від прибутку підприємства, який виділяється на модернізацію, впровадження нових технологій. Якщо він нижче 15%, то можна говорити про деградацію, руйнування виробничого потенціалу. Якщо верстати та цехи будуть дієвими ще десятки років, а підприємство вкладатиме в інновації менше 15%, то це підприємство приречене на банкрутство. Для України середній показник впровадження інновацій не перевищує 5%, що призвело до загибелі багатьох підприємств, чимало підприємств з цієї причини знаходяться на межі загибелі. [2]

Отже, програма розвитку нанотехнології у радіоелектроніці «Наука», розроблена спільно з Росією є безрезультатною з причин, відомих для всіх. Цінні для України підприємства руйнувалися також навмисне, якщо вони розташовувалися в центрі міста, де земля є найдорожчою. На наших очах, на територіях колишніх промислових підприємств, будуються житлові будинки та офісні споруди, а деякі з них, на жаль, стоять у руїнах. На жаль, багато власників підприємств просто не зацікавлені в інвестиціях. Як відомо, в країнах, що розвивають нанотехнології, існують численні малі підприємства різних форм власності та організаційної структури, що пропонують зразки нової продукції для наукових досліджень і практичного застосування в кількостях від декількох грамів з "експериментально" високою вартістю. Нині ситуація така: або різке зростання коефіцієнта впровадження інновацій, або повне знищення промислового потенціалу України. Для вітчизняної радіоелектроніки особливо важливим є фінансування цього передового напрямку науки і техніки, тому що розв'язати їх без підтримки держави неможливо.

Література

1. «Ведение в нанотехнологию» Н.Кобаясі – 2008.- №2. –с.21.
2. «ИННОВАЦИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В УКРАИНЕ»
<http://ubr.ua/business-practice/innovation-in-business/innovacii-i-nanotehnologii-v-ukraine-57142>.
3. «35 атомов, которые изменили мир»
http://www.nanometer.ru/2010/04/16/12714116836654_212675.html