УДК 168.53

ОСНОВНІ НАНОРЕСУРСИ ЛЮДСТВА: ПРИРОДА І СУТНІСТЬ НАНОТЕХНОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ

Дмитро КАСЬЯНОВ

© Касьянов Д., 2012

Ключові слова: людина, виробництво, технології, наука, наноресурси, наноматеріали, нанотехнології, нанонаука.

У сучасній соціально-філософській літературі наявні різні підходи до визначення сутності наноресурсів і нанотехнологій, проблем та перспектив застосування їх в умовах розвитку інноваційного суспільства.

Дослідженню загальних проблем і перспектив використання нанотехнологій у різних сферах людської діяльності присвячено багато праць закордонних авторів, зокрема Е. Дрекслера, А. Кірбі, Н. Стефенсона, Г. Шимана та ін. Етичним аспектам впровадження нанотехнологій у реальне життя присвячені праці американських дослідників Б. Левенстайна, К. Престона, Д. Шумера, російського вченого О. Лєтова [4, *97*].

Передбачив розвиток нанотехнологій американський фізик, лауреат Нобелівської премії Р. Фейнман, який зазначав: «При переході до вивчення найменших об'єктів ми стикаємося з багатьма різноманітними явищами, які створюють нові можливості. Поведінка окремих атомів підкорюється законам квантової механіки і не має аналогів у макроскопічному масштабі, тому «внизу» ми постійно спостерігатимемо нові закономірності й ефекти, які передбачають нові варіанти використання» [7, *407*].

Норіо Танігучи, який уперше використав термін «nanotechnology», у доповіді «Про основу концепції нанотехнологій», говорячи про методи надточної обробки матеріалів, відзначав, що нанотехнології – це, передусім, створення, поділ і консолідація матеріалів унаслідок дії на окремі атоми або молекули [9].

Подальше зростання інтересу до нанотехнологій і розвиток термінології цього напряму відбувалися після відкриття у 80-х

роках минулого століття скануючої тунельної (1981 р.), а потім і атомно-силової мікроскопії (1986 р.), які дали можливість на практиці реалізувати ідею бачення й маніпулювання окремими атомами і молекулами. Потім з'явилися книги Еріка Дрекслера, в яких він висловив своє розуміння нанотехнологій, а також ідею створення малих і великих структур у спосіб поатомного або помолекулярного складання за допомогою нанороботів, зокрема, асемблерів і реплікаторів. Створення, дослідження властивостей і практичне застосування різних наноматеріалів зараз одні з головних завдань розвитку нанотехнологічного напряму.

У вузькому сенсі термін «матеріал» розуміють як сировину, тобто те, з чого можна виробити якийсь продукт, а в широкому сенсі це поняття містить також нематеріальні результати розумової діяльності, наприклад, інформаційний матеріал. У терміні «наноматеріали» «матеріал» вжито у вузькому сенсі, тобто йдеться лише про матеріальні продукти, але найчастіше вже не як сировину, а як кінцевий продукт із необхідними властивостями. Вперше до наукового вжитку термін «наноматеріали» був введений Г. Глейтером, який обґрунтував вирішальну роль численних поверхонь поділу в наноматеріалах – основи суттєвої зміни властивостей твердих тіл [8].

Термін «наноматеріали» об'єднуюче велику групу різних матеріалів. Їхня характерна ознака – наявність в них основних структурних елементів (кристалітів, пор, волокон, шарів тощо), величина яких, принаймні в одному вимірі, не перевищує так званої нанотехнологічної межі – 100 нм [6, *196*].

Наприкінці минулого століття в розвинених країнах (Японії, США, Німеччині, Великобританії і ін.) активізувалися наукові і технологічні дослідження об'єктів нанометрових розмірів. Спочатку такі дослідження велися в рамках різних проектів і не були об'єднані єдиним нанотехнологічним проектом. У Японії особливу роль відіграв проект, створений урядом ще в 1981 р. і який не афішувався тоді як проект широких міждисциплінарних досліджень, спрямованих на створення нових високих технологій (ERATO, Exploratory Research for Advanced Technology). Зрозумівши велику важливість і перспективність робіт на атомномолекулярному рівні, японці розробили і реалізували нові проекти, присвячені науковим дослідженням і розробкам у галузі нанонаук і нанотехнологій [2, *10*].

У 1996–1998 роках США, відчувши велику перспективу і потенційні можливості нового напряму, поставили за мету стати світовим лідером у галузі нанонаук і нанотехнологій. Для цього у 2000 р. була розроблена і впроваджена програма з найвищим рівнем державного пріоритету – Національна нанотехнологічна ініціатива. Досягнена спільна думка, що будь-яке з визначень має обов'язково відображати, як мінімум, три характерні особливості нанотехнологій:

1) розміри матеріальних структур нанотехнологій, що є об'єктами, мають бути в діапазоні від розмірів окремих атомів або молекул до величини 100 нм;

2) здатність виконання вимірів (контролю), маніпулювання і різного роду перетворень у цьому діапазоні розмірів;

3) використання нових властивостей і функцій, що виявляються у цьому діапазоні розмірів.

На думку багатьох експертів, XXI ст. буде століттям нанонауки й нанотехнологій, які й визначать його особливість. Нанотехнології вплинуть на суспільне життя, змінять економіку й зачеплять усі сторони побуту, праці, соціальних відносин. Розвиток нанотехнологій – це початок третьої, небаченої за розмахом, науково-технічної революції (НТР-3). Відповідно, частка інтелектуального внеску в будь-який кінцевий продукт різко зросте. Якщо в індустріальному суспільстві, у якому ми живемо, частка НДДКР у кінцевому продукті не перевищує 15–20 %, то в постіндустріальному вона має бути не меншою за 60 %. Тобто дослідження й розробки НДДКР стають дедалі суттєвішою частиною високотехнологічного продукту.

Нанотехнології – це єдиний надгалузевий фундамент розвитку всіх без винятку галузей нової наукомісткої економіки постіндустріального суспільства. Наразі нанотехнології – це найбільш фінансований науковий напрям. Обсяг ринку наноматеріалів нині оцінюється у 2,5 млрд євро. До 2015 р. світовий ринок

продукції нанотехнологій, за оцінками експертів, складе трильйон доларів США з потребою у 2 млн фахівців [1, *84*].

У Великобританії терміни «нанонаука» і «нанотехнології» трактують як вивчення явищ і маніпулювання матеріалами на атомному, молекулярному і мікромолекулярному рівнях (scales), де властивості суттєво відрізняються від макрорівня. Нанотехнологією є розробка, створення і застосування структур, пристроїв і систем за допомогою контролю форм і розмірів у нанометровому діапазоні. У Німеччині також прийнято урядову програму розвитку нанотехнологій, які визначено як дослідження, створення і застосування структур, молекулярних матеріалів і систем з розміром або точністю виробництва менше 100 нм. Зазначений діапазон розмірів окремих системних компонентів дає можливість отримати нові функції і властивості для поліпшення вже наявних продуктів і застосувань, або розробки нових [5, *199*].

Зміст тематичного напряму «Нанонауки, нанотехнології, матеріали та нові виробничі технології» Сьомої рамкової програми ЄС віддзеркалює найсучасніші тенденції у матеріалознавстві, яке є підґрунтям розвитку багатьох галузей промисловості. Мета напряму – підвищення конкурентоспроможності європейської індустрії, перетворення її з ресурсно інтенсивної на науково інтенсивну галузь завдяки набуванню нових знань на перетині різних технологій і дисциплін. ЄС є визнаним лідером у сферах нанотехнологій, матеріалів та виробничих технологій, але цей статус необхідно підсилювати, зміцнювати свої позиції у контексті глобальної конкуренції. У таких галузях, як наноелектроніка, матеріалообробка, металургійна, хімічна, текстильна та паперова промисловості, транспорт, будівництво, безпека праці, визначені дослідницькі пріоритети, які відповідають спрямованості Європейських технологічних платформ (ЄТП). Традиційно дослідження за цим напрямом досить широко здійснюються і в Україні, причому провідну роль у них відіграють академічні установи. Співпраця з партнерами ЄС, безперечно, надасть їм більшої результативності та можливість кооперування з передовими науковими інституціями Європи [2, *11*].

У президентській ініціативі розвитку нанотехнологій в Російській Федерації йдеться про розв'язання двох принципово різних завдань. Перше завдання розвитку нанотехнологій полягає у вдосконаленні технологій атомно-молекулярного конструювання і створення мікроматеріалів. Цей напрям полягає у модернізації наявних виробництв завдяки впровадженню нанотехнологічних рішень, матеріалів і подальшого вдосконалення та переведення економіки на новий рівень. Це вже стало державною політикою, визначена головна наукова організація – РНЦ «Курчатовський інститут», під його егідою формується національна нанотехнологічна мережа. Держкорпорація «Роснанотех» створена для впровадження наукових розробок у промисловість, комерціалізації їх і підтримки інфраструктури. Окрім того, в Росії є кілька федеральних цільових програм, одна з них – «Розвиток інфраструктури наноіндустрії в Російській Федерації», спрямована на створення і розвиток науково-технологічної інфраструктури. На НІОКР у галузі наносистем і живих систем виділені значні бюджетні кошти. Другим завданням є створення нанотехнологій, в основі яких – зближення і взаємопроникнення «неорганіки» і біоорганічного світу живої природи. Цей напрям розвитку нанотехнологій називається «Запуск майбутнього» і полягає в об'єднанні можливостей сучасних технологій, передусім твердотілої мікроелектроніки як найвищого технологічного досягнення сучасності, з «конструкціями», створеними живою природою [5].

Загалом, нині понад 50 країн упроваджують спеціальні програми розвитку нанотехнологій і постійно збільшують обсяги інвестицій. Основний ринок світових інвестицій складають п'ятнадцять країн – США, Японія, Велика Британія, Німеччина, Ізраїль, Китай, Канада, Австралія, Росія та ін. У більшості з них частка державних витрат на розвиток нанонауки і нанотехнологій перевищує 50 % від загального обсягу фінансування. У 2000–2006 рр. США і Японія були світовими лідерами з обсягів інвестицій у нанотехнології, у 2007 р. до них приєдналася Росія. Нині ці країни формують понад половину світового обсягу зазначе-

них інвестицій. Європейські країни згідно з програмою Євросоюзу (2002—2006 рр.) витратили 1,3 млрд євро, а сьомою програмою Євросоюзу (2007—2013 рр.) на розвиток нанотехнологій передбачено 3,5 млрд євро.

У 2006 р. федеральні фонди і програми Росії виділили для цього близько 6 млрд руб. (близько 200 млн дол. США). Для реалізації президентської ініціативи «Стратегія розвитку наноіндустрії» у 2007 р. створена Державна Рада з нанотехнологій, очолювана першим віце-прем'єром Росії. До складу Ради увійшли 38 представників влади, вчені, підприємці та парламентарі. У 2007 р. з федерального бюджету було виділено понад 1 млрд дол. США на розвиток нанопродукції та нанотехнологій, а до 2015 р. заплановано виділити до 200 млрд руб. [3, *3*].

Отже, цілком очевидно, що людство на межі двох тисячоліть увійшло в нову епоху – нанотехнологій, наноматеріалів та нанопристроїв. Майбутнє країни залежить від рівня розвитку нанотехнологій. Тому створення і розвиток наноіндустрії в Україні зможе забезпечити її технологічну й економічну безпеку. Виникає потреба створення й дослідження нового покоління наноматеріалів і нанотехнологій для використання їх у ключових галузях науки і техніки, промисловому виробництві та для забезпечення необхідного рівня обороноздатності держави.

Література

1. **Андрощук Г. О**. Програма інноваційного розвитку економіки Німеччини : Стратегія високих технологій / Г. О. Андрощук // Наука та інновації; Верховна Рада України, Комітет з питань науки і освіти. – К., 2009. – Т. 5. – № 3. – С. 72–88.
2. **Гороховатська М.** Європа на порозі нової рамкової програми наукових досліджень (2007–2013) / М. Гороховатська, Д. Левіна, Т. Патрах // Вісник НАН України – 2006. – № 11. – С. 7–18.
3. **Таланчук П.** Становлення й розвиток нанотехнологій у світі і в Україні : використання інтелектуального капіталу, тенденції розвитку / П. Таланчук, В. Малишев // Університет «Україна». — 2009. – № 10–11. – С. 3–4.
4. **Чумак О. В**. Етичні аспекти впровадження нанотехнологій в умовах розвитку інноваційного суспільства // Гуманітарний вісник Запорізької держ. інженерної акад. – Вип. 37. – 2009. – С. 96–104.
5. **Ковальчук М. В**. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будуще / М. В. Ковальчук // [Электронный ресурс] Российские нанотехнологии. – 2011. – Т. 6. – № 1–2. – Режим доступа : www.nanorf.ru/events.aspx?cat_id=223&d_no=3247.
6. **Удовицкий В. Г.** О терминологии, стандартизации и классификации в области нанотехнологий и наноматериалов / В. Г. Удовицкий // ФИП PSE. – 2008. – Т. 6. – № 3–4. – С. 193–200.
7. **Фейнман Р. Ф.** Внизу полным полно места: приглашение в новый мир физики; [пер. с англ. А. В. Хачояна] // Рос. хим. журн. – 2002. – Т. XLVI. – № 5. – С. 406–409.
8. **Gleiter H.** In: Deformation of Polycrystals. Proc. of 2nd RISO Symposium on Metallurgy and Materials Science (Eds. N. Hansen, T. Leffers, H. Lithold). Roskilde, RISO Nat. Lab., 1981, p. 15–21.
9. **Taniguchi N.** On the Basic Concept of "Nano-Technology"/ N. Taniguchi // Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo. Part II. — Japan Society of Precision Engineering, 1974.

Резюме

• Природа нанотехнологій розглядається в контексті їхнього значення для розвитку цивілізації. Підкреслюється, що створення і розвиток наноіндустрії в Україні зможе забезпечити її технологічну і економічну безпеку. Виникає потреба у створенні й дослідженні нового покоління наноматеріалів і нанотехнологій для використання їх у ключових галузях науки і техніки, промисловому виробництві та для забезпечення необхідного рівня обороноздатності держави.

• Природа нанотехнологий рассматривается в контексте их значения для развития цивилизации. Подчеркивается, что основной задачей создания и развития наноиндустрии в Украине является обеспечение собственной технологической и экономической безопасности. Возникает необходимость создания и исследования нового поколения наноматериалов и нанотехнологий для использования их в ключевых отраслях науки и техники, промышленном производстве и для обеспечения необходимого уровня обороноспособности государства.

• The nature of nanotechnologies is viewed in the context of their civilizational development importance. It is underlined, that the construction and further development of the Ukrainian nanoindustry will provide the technological and economic security of the country. There appears a need in creating and investigating a new generation of nanomaterials and nanotechnologies to be applied in the key spheres of science, technology, and industrial manufacturing, as well as for providing the proper level of national defence capacity.