

Наука та інновації. 2009. Т. 5. № 2. С. 32–37.

А.С. Шірінян

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Черкаси

НАЦІОНАЛЬНЕ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ АГЕНТСТВО НАНОМАТЕРІАЛІВ — ЗАПОРУКА УСПІШНОГО РОЗВИТКУ МАЙБУТНЬОЇ ТЕХНОСФЕРИ УКРАЇНИ



Пропонується створення сучасного національного науково-технологічного агентства наноматеріалів (ННТАН), яке стане сполучною ланкою між суб'єктами наукомісткого ринку — наукомісткими державними і приватними компаніями, концернами, групами, провідними науковими центрами — та створить нанотехнологічну сітку країни.

Ключові слова: національне науково-технологічне агентство наноматеріалів, нанотехнологічна сітка країни, структура підрозділів агентства.

ВСТУП

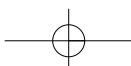
Слова з префіксом "нано" поступово стають звичними як для спеціалістів відповідної галузі, так і для пересічного споживача послуг або товарів. Більшість розвинених країн світу вже ініціювали національні програми у галузі нанотехнологій. Позитивним і показовим у цьому напрямку в Україні можна назвати лише декларацію Національної академії наук України про проведення робіт в межах програми фундаментальних досліджень "Наносистеми, наноматеріали і нанотехнології". Однак цього не достатньо. Сьогодні актуальним є створення національних наукових центрів, які б дали науково-обґрунтований потужний імпульс для швидкого створення і розвитку вітчизняної наноіндустрії та заклали фундамент для широкого спектру інноваційних продуктів.

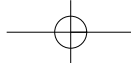
Основним завданням створення і розвитку наноіндустрії в Україні є забезпечення власної технологічної і економічної безпеки. З цих

позицій 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. Доречно тут навести вислів одного з авторів водневої бомби Е. Теллера: "хто раніше оволодіє нанотехнологіями, той посяде провідне місце у техносфері майбутнього" [1].

У вітчизняній науково-технічній літературі проблема створення національного наукового центру наноматеріалів є новою і майже не висвітлюється. На жаль, послуги новостворених зарубіжних науково-технологічних центрів недоступні для українських вчених, наукових лабораторій і науково-виробничих компаній (насамперед за ціною і за рівнем секретності) і у багатьох випадках для нас не підходять.

Отже, вивчення питання щодо створення в Україні національного науково-технологічного центру наноматеріалів особливо актуальне для подальшого розвитку країни. У зв'язку з цим виникає необхідність порушення питань





на розробки власного національного науково-технологічного центру наноматеріалів, дослідження можливої його структури, побудови й взаємодії з іншими суб'єктами наукомісткого ринку.

ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ І МЕТОДИ ОТРИМАННЯ

До дисперсних (ультрадисперсних або дрібнодисперсних) середовищ і наноматеріалів відносяться всі системи, якщо у них хоча б в одному вимірюванні існує мала (менше 100 нм) дисперсна складова [2–4]. Системи з розміром 1–100 нм займають проміжне положення між макроскопічними тілами і молекулами. Це – плівки, аморфні метали, порошки, утворення в пористих стеклах, малі металеві частинки, кластери, композитні покриття і т.д. Коли кількість атомів в наносистемі є близькою до тисячі, властивості змінюються поступово від молекулярних до властивостей макроскопічного тіла. В умовах просторово обмеженого середовища відбувається суттєва зміна і поява нових, своєрідних фізико-хімічних властивостей [3–5]. Багато фізико-хімічних властивостей таких дисперсних систем (ДС) залежать від їх розміру і мають загальний характер. Відомо, наприклад, що при зменшенні розмірів наночастинок розчинність хімічних елементів збільшується. Це дає можливість створювати нанопігулки з додаванням хімічних препаратів для транспортування ліків всередину організму. Зменшення розмірів системи може приводити також до зміни кристалічних модифікацій, аморфізації, до зміни температури плавлення, поверхневого натягу, нерівності температур плавлення і кристалізації, підвищеної здатності утворювати інтерметалічні сполуки та зміни провідності й оптичних властивостей [4–8].

Використання названих нанооб'єктів в практичних електронних пристроях також обумовлює певні вимоги до енергетичного спектру носіїв току. За таких умов де-бройлівська довжина хвилі носіїв заряду стає порядку характерного розміру системи. Це приводить до ос-

циляційних залежностей основних характеристик пристроїв від змін умов експлуатації.

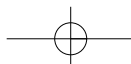
На підставі результатів дослідження стабільності наносистем можна виділити чотири головні наукові проблеми:

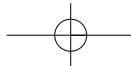
- 1) розмірний ефект впливу на властивості ДС;
- 2) вплив дефектів на внутрішні структури ДС;
- 3) еволюція ДС на початковій стадії синтезу наноматеріалу;
- 4) стабільність наноматеріалів під впливом зовнішніх умов і зовнішніх полів.

Ці проблеми наразі є не вирішеними як теоретично, так і експериментально. В останньому випадку суттєвими є такі аспекти отримання наноматеріалів:

- 1) підготовка матеріалу з метою отримання ДС певного розміру;
- 2) отримання характерного розміру і певного розкиду за розмірами отриманих ДС;
- 3) точність визначення отриманих значень і стабільність необхідних характеристик ДС;
- 4) засоби протидії окисації ДС.

Серед найпоширеніших методів отримання ДС металів і сплавів з'єднань, оксидів і композитних наноматеріалів можна навести такі експериментальні методи (табл. 1), що використовуються в наукових лабораторіях України [2, 9]. Застосування названих методів дало можливість Україні отримати визнання у світі, розробити матеріали для біології, радіоелектроніки, фізики низьких температур, в галузі електрозварювання, телекомунікацій та зв'язку, військової техніки. За прогнозами транспортування товарів, космос, спортивні і хімічні виробни, їжа, технології запису інформації на DVD- і CD-носії, трансплантати у медицині, захисні покриття для високої міцності виробів і від окислення – це ряд багатообіцяючих галузей для використання композитних наноматеріалів. Заслугує на увагу той факт, що питома вага нових знань, які втілюються в товарах, технологіях, освіті, організації виробництва в розвинених країнах світу, становить від 70 до 85 % їх ВВП. В Україні ж обсяг виконаних науково-дослідних та дослідно-конструк-





Науково-технічні інноваційні проекти Національної академії наук України

торських робіт до ВВП складає приблизно від 1 до 2 %, що є катастрофічно малим показником і потребує уваги та змін [10].

Перейдемо до пропозиції щодо створення національного науково-технологічного агентства.

**НАЦІОНАЛЬНЕ НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ
АГЕНТСТВО НАНОМАТЕРІАЛІВ**

Необхідність захистити внутрішній вітчизняний ринок від відставання в економіці, промисловості, від втрати фахівців і відтоку інтелекту диктує уряду нашої країни певні правила гри в зовнішньому економічному середовищі [11]. Україна має достатню кількість науково-дослідних інститутів, науково-освітніх центрів на рівні з найбільшими країнами світу. Крім того, існують визнані у світі вітчизняні наукові школи та унікальні технології у галузях розробки нових матеріалів (див. табл. 1), які ще не втратили актуальності щодо практичного застосування.

На думку автора, Україна потребує негайного створення сучасного національного науково-технологічного агентства наноматеріалів (далі ННТАН), яке стане сполучною ланкою між суб'єктами наукомісткого ринку. ННТАН повинне бути головною організацією, яка б ра-

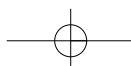
зом з провідними галузевими науковими й провідними науково-освітніми центрами створила нанотехнологічну "павутину" країни. Враховуючі всі особливості такого агентства, можна стверджувати, що на внутрішньому ринку діяльність ННТАН буде пов'язана з чотирма основними групами суб'єктів (рис. 1).

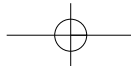
Діяльність ННТАН (як окремої юридичної особи) буде побудована не лише на власних можливостях (наведено далі), а й на співпраці з провідними вітчизняними науковими, науково-технічними і науково-освітніми центрами (вищими навчальними закладами), де зберігся реальний науковий і технічний потенціал — працівники, які займають провідні позиції в дослідженнях і розробках в галузі нанонауки і нанотехнологій, наноматеріалів та спроможні здійснювати координацію напрямків вітчизняної наноіндустрії (див. рис. 1). З врахуванням вищесказаного видається розумним почати створення ННТАН саме на базі існуючих провідних науково-технічних центрів, які позитивно зарекомендували себе, мають високий рейтинг і кращі показники власної науково-технічної діяльності та є визнаними у світі. Вибір провідних науково-технічних центрів України — потенційних кандидатів, на базі яких

Таблиця 1

Експериментальні методи отримання ДС

№	Назва (пояснення)
1	Надзвукове газодинамічне холодне напилення — протікання газу, пара скрізь сопло у вакуум
2	Сумісне осадження інертного газу і пари досліджуваної речовини на холодну ($T < 10\text{ K}$) підкладку
3	Відновлення воднем або фотохімічною реакцією захоплених катіонів металу усередині пор молекулярного сита
4	Отримання рівноважного розподілу кластерів шляхом повільного потоку газів у молекулярному пучку, що виходить через малі отвори (ефузія Кнудсена)
5	Конденсація на вуглецевій плівці пари металу (або речовини) в середовищі інертного газу
6	Випаровування металу в атмосфері інертного газу за умов малого тиску
7	Детонаційне напилення — дисоціація металевого з'єднання і утворення пересиченої пари металу, що конденсується в об'ємі інертного газу, методом ударної хвилі (в трубці)
8	Термічне розкладання солей
9	Осадження в розчинах, електролітичне осадження
10	Електродугове легування поверхні
11	Механоактиваційна обробка
12	Іонноплазменне напилення





Науково-технічні інноваційні проекти Національної академії наук України

можна започаткувати створення ННТАН, — повинен бути відкритим та на основі конкурсного відбору. Ініціацію останнього доцільно проводити спільно з усіма учасниками нанотехнологічної сітки України (рис. 1) за умов координації НАНУ. На думку автора, ННТАН повинен мати статус національного центру колективного користування унікальним обладнанням у галузі матеріалознавства.

Для існування і ефективної роботи вітчизняного ННТАН на внутрішньому ринку важливо зацікавити державні і приватні компанії отримувати результати досліджень і відповідно платити агентству за надані послуги. Якщо одержувані результати не даватимуть підприємствам і виробництву ніякого фінансового вигаду, то вони особливо й не приваблюватимуть їх. Водночас не можна очікувати миттєвого успіху від ринку нанотехнологій на початковому етапі. Сьогодні не викликає сумніву як те, що без суттєвих грошових вкладень створення такого ринку стає проблематичним, так і те, що створення такого ринку започаткує стійкій і успішній розвиток наноіндустрії країни.

Важливим напрямом інтеграції України у світове співтовариство залишається впровадження зарубіжного досвіду і вдосконалення вітчиз-

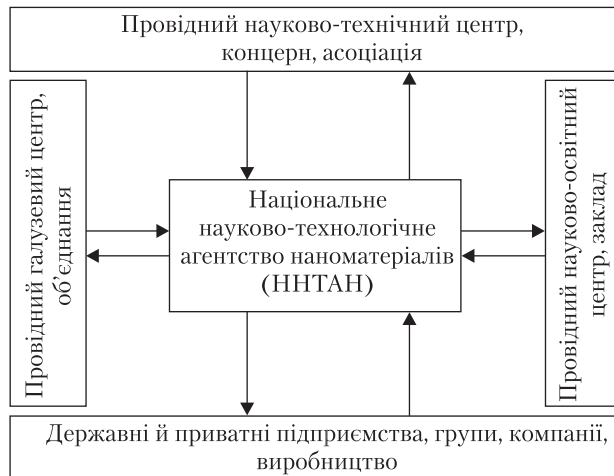


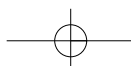
Рис. 1. Нанотехнологічна павутина-сітка України на основі провідних вітчизняних наукових, науково-технічних і науково-освітніх центрів. Схему взаємовідносин між суб'єктами і ННТАН умовно показано стрілками

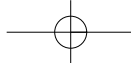
няного законодавства на основі європейських норм. Так, наприклад, одна з останніх Директив ЄС, яка почала діяти від 1 липня 2006 р. і стосується небезпечних речовин, заборонила продаж і використання електронних пристроїв, що містять свинець [12]. У СНД також діє "Угода про створення загального науково-технологічного простору держав-учасниць Співдружності Незалежних Держав" (від 3 листопа-

Таблиця 2

Класифікація композитних наноматеріалів і напрямки дослідження

Конструкційні композитні наноматеріали	Функціональні композитні наноматеріали
<p>Надміцні, зносостійкі, антифрикційні (сталі, об'ємнолеговані наноматеріалами, покриття і вуглепластики)</p> <p>Полімерноматричні (трибоматеріали з низьким коефіцієнтом тертя)</p> <p>Полімерні (матеріали із заданими механічними, оптичними, електрофізичними, магнітними, тепловими властивостями)</p> <p>Металоміцні (конструкційні композити на легких металах типу Al, Ti, Mg з низькою густиною і високою питомою міцністю)</p> <p>Жаростійкі (наноматеріали з підвищеною теплопровідністю)</p> <p>Зварювальні (електродні матеріали, модифіковані наноматеріалами)</p>	<p>Особливо чутливі сенсорні (матеріали для вимірювання фізичних полів)</p> <p>Магнітні (типу широкополосних систем електромагнітного захисту)</p> <p>Каталітичні (матеріали для водневої енергетики, альтернативних джерел енергії, екології і раціонального природовикористання)</p> <p>Функціонально-градієнтні (покриття з ефективним захистом від зовнішніх впливових факторів, термостійкі ущільнювачі від теплового захисту)</p> <p>Сенсорні і "інтелектуальні" (матеріали для чутливих частин датчиків і фізичних пристроїв)</p> <p>Мембранні (молекулярні мембрани для систем очистки водню)</p>





Науково-технічні інноваційні проекти Національної академії наук України

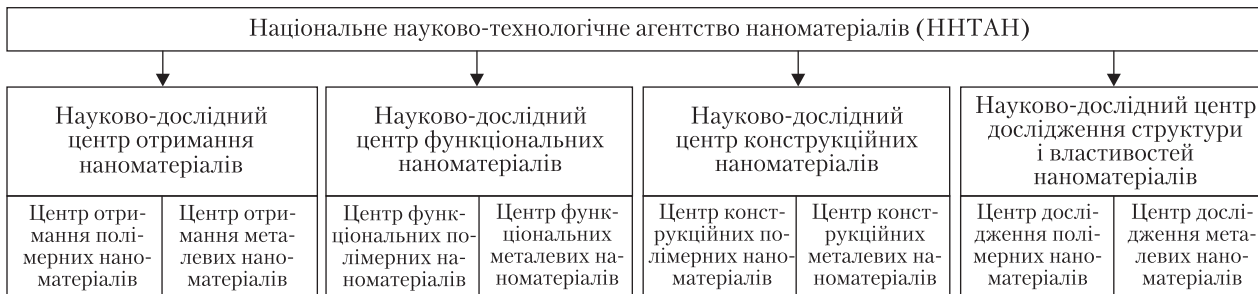


Рис. 2. Основні структурні підрозділи ННТАН

Таблиця 3

Сучасні технології, необхідні для науково-технологічної діяльності ННТАН

№	Назва технології	№	Назва технології
1	Газофазний синтез	8	Компактування нанопорошків
2	Термічне розділення і відновлення	9	Активация і наноструктурування поверхні
3	Механосинтез	10	Іонна імплантація
4	Плазмохімічний синтез	11	Епітаксія тонких плівок
5	Керована кристалізація з аморфного стану	12	Осадження в колоїдних розчинах
6	Інтенсивна пластична деформація	13	Детонаційний синтез і електровибух
7	Високошвидкісний гарт з рідинної фази	14	Самозбережений високотемпературний синтез

да 1992 р. із змінами і доповненнями від 16 березня 2001 р.) [13]. Отже, наоіндустрія України не може відокремитися і бути ізольованою, а діяльність і розвиток ННТАН не може бути відокремленою від співпраці з іноземними агентствами і науково-технічними центрами подібного рангу. Як приклад останнього на теренах СНД можна назвати науково-технологічний комплекс з розробки конструкційних наноматеріалів "Прометей", створений у Санкт-Петербурзі (Росія) у 2007 р. [14].

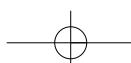
Таким чином, метою створення ННТАН є консолідація зусиль на внутрішньому і зовнішньому ринках з формування нанотехнологічної сітки України для дослідження і створення нових наноматеріалів для наоіндустрії країни на базі головної національної організації. Основну увагу у діяльності ННТАН буде приділено композитним наноматеріалам. Останні можна розрізнити за ознакою належності до металів і до полімерних наноматеріалів і умовно класифікувати за способом експлуатації (табл. 2).

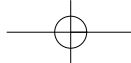
Враховуючи наведену класифікацію, можна представити структуру основних підрозділів ННТАН. Вона має базуватися на чотирьох науково-дослідних центрах:

- 1) науково-дослідний центр дослідження структури і властивостей наноматеріалів;
- 2) науково-дослідний центр отримання наноматеріалів;
- 3) науково-дослідний центр конструкційних наноматеріалів;
- 4) науково-дослідний центр функціональних наноматеріалів.

Кожен із вказаних науково-дослідних центрів повинен мати власну інфраструктуру: відділи, лабораторії, сучасне обладнання. Отже, вважається, що оптимальною структурою ННТАН буде така, яка наведена на рис. 2.

Для отримання нових наноматеріалів експериментальними методами (див. табл. 1) ННТАН має використовувати сучасні нанотехнології (табл. 3). Названі технології вже сьогодні представляють інтерес для різних галузей промисловості в створенні нових мікро- і нанопродуктів,





поліпшенні якості існуючої продукції, а також для оптимізації виробничих процесів і збільшення продуктивності. Зрозуміло, що для реалізації вищенаведеного проекту потрібна державна програма — Концепція створення і розвитку наоіндустрії України на 2010–2020 рр., яка б врахувала створення ННТАН [15].

ВИСНОВКИ

У роботі запропоновано створити сучасне національне науково-технологічне агентство наноматеріалів (ННТАН). Агентство стане сполучною ланкою між суб'єктами наукомого ринку і провідною організацією нанотехнологічної сітки України. Відповідна державна програма започаткує створення наоіндустрії України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шулаєв В.М. О природе неорганических наноматериалов // Металлообработка. — № 6. — 2007. — С. 2–5.
2. Морохов И.Д., Петшинов В.И., Трусов Л.И., Петрушин В.Ф. Структура и свойства малых металлических частиц // УФН. — 1981. — Т. 133, вып. 4. — С. 653–689.
3. Петров Ю.И. Физика малых частиц. — М.: Наука, 1982. — 360 с.
4. Нагаев Э.Л. Малые металлические частицы // УФН. — 1992. — vol. 162, № 9. — С. 50–120.
5. Shirinyan A., Gusak A., Wautelet M. Phase diagram versus diagram of solubility: What is the difference for nanosystems? // Acta Materialia. — 2005. — V. 53. — P. 5025–5032. — <http://www.actamat-journals.com>.
6. Shirinyan A., Gusak A. Phase diagrams of decomposing nanocomposites. // Phil. Mag. A — 84, № 6. — 2004. — С. 579–593. — <http://www.tandf.co.uk/journals>.
7. Непийко С.А. Физические свойства малых металлических частиц. — Киев: Наук. думка, 1985. — 248 с.
8. Mei Q.S., Lu K. Melting and superheating of crystalline solids: from bulk to nanocrystals // Progress in Materials Science. — 2007. — V. 52. — P. 1175–1262. — <http://www.elsevier.com/locate/pmatsci>.
9. Ширинян А.С. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук. — Черкаси. — 2001. — 191 с.
10. Поручник А. Інноваційний потенціал України та його реалізація в міжнародному науково-технічному співробітництві // Міжнародна економічна політика. — 2004. — № 1. — С. 11–15.
11. Про інноваційну діяльність. Закон України // Голос України. — 2002. — № 144. — С. 10–15.
12. DIRECTIVE 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council // Official Journal of European Union. — <http://www.raditek.com/Press%20Releases>.
13. Соглашение о создании общего научно-технологического пространства государств-участников Содружества Независимых Государств // Инновации. — 2002. — № 1. — С. 6–7.
14. Горьшин И.В. Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ "Прометей" в области конструкционных наноматериалов // Российские нанотехнологии. — 2007. — Т. 2, № 3–4. — С. 37–57.
15. Прогноз науково-технологічного та інноваційного розвитку України (попередній варіант) / Під редакцією акад. НАН України А.П. Шпака та акад. АПН України А.М. Гурія. Упорядники Малицький Б.А. та Попович О.С. — 36-к матеріалів. — К.: Фенікс, 2006. — 160 с. — www.nasu.gov.ua

А.С. Ширинян

НАЦИОНАЛЬНОЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО НАНОМАТЕРИАЛОВ – ЗАЛОГ УСПЕШНОГО РАЗВИТИЯ БУДУЩЕЙ ТЕХНОСФЕРЫ УКРАИНЫ

Предлагается создание современного национального научно-технологического агентства наноматериалов (ННТАН), которое станет связующим звеном между субъектами наукоемкого рынка — наукоемкими государственными и частными компаниями, концернами, группами, ведущими научными центрами — и создаст нанотехнологическую сетку страны.

Ключевые слова: национальное научно-технологическое агентство наноматериалов, нанотехнологическая сетка страны, структура подразделений агентства.

A.S. Shirinyan

NATIONAL SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL AGENCY FOR NANOMATERIALS — INDISPENSABLE CONDITION FOR SUCCESSFUL DEVELOPMENT OF FUTURE UKRAINIAN TECHNOSPHERE

It is offered to create a modern national scientific-technological agency for nanomaterials (NSTAN), which will become a connective intermediary between the scientifically intensive market sector, government and private companies, and business concerns, groups and leading scientific centers, and will create the nanotechnological network of the country.

Key words: national scientific-technological agency of nanomaterials, country's nanotechnological network, structure of agency subdivisions.

Надійшла до редакції 18.06.08.

