

НАНОІНДУСТРІЯ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ ТА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

NANOINDUSTRY AS MEANS OF IMPROVEMENT OF STANDARDS OF LIFE AND COMPETITIVENESS OF NATIONAL ECONOMY



Юрій ГОНЧАРОВ,
доктор економічних наук,
Київський національний
університет технологій
і дизайну

Yuri GONCHAROV,
Doctor of Economics,
Kyiv National University
of Technologies and Design

Світлана БОНДАРЕНКО,
кандидат економічних наук,
Київський національний
університет технологій
і дизайну

Svitlana BONDARENKO,
PhD Economics,
Kyiv National University
of Technologies and Design



За останні декілька років у свідомість світової спільноти стрімко увійшло коротке слово з великим потенціалом — «нано». Воно збуджує в уяві здогадки про радикальні зрушення у всіх аспектах науки та техніки, має суттєві наслідки для економіки, міжнародних відносин та повсякденного життя. «Нанотехнології», «наноэкономика», «наносистеми», «наноматеріал» — ці слова все більше входять у вжиток сучасної людини. Дехто бачить в нанотехнологіях панацею від всіх бід, інші — новий етап хімічних та біологічних воєн, а ще інші — створення нової біологічної істоти, яка замінить людину. Маніпуляції на рівні атомів та молекул можуть вивести людство на новий технічний щабель розвитку, але можуть і знищити його. Тому сьогодні, як ніколи раніше, потрібно приділяти підвищену увагу їх відповідальному розвитку та використанню.

Слово «нано» в перекладі з грецької «nanpos» означає «карлик» [11, с. 10]. Це одна мільярдна (10^{-9}) частина будь-якої одиниці. Наприклад, одна мільярдна частина метру має назву нанометр. Це безмежно мала величина: в сотні разів менша довжини хвилі видимого світла і зіставна з розмірами атому. Для порівняння: товщина людської волосини в середньому дорівнює 50 000 нм. Місце нанорозмірних об'єктів в навколишньому світі наведено в таблиці. Перехід від «мікро» до «нано» не кількісний, а якісний, який означає стрибок від дій з речовинами до маніпуляцій з окремими атомами.

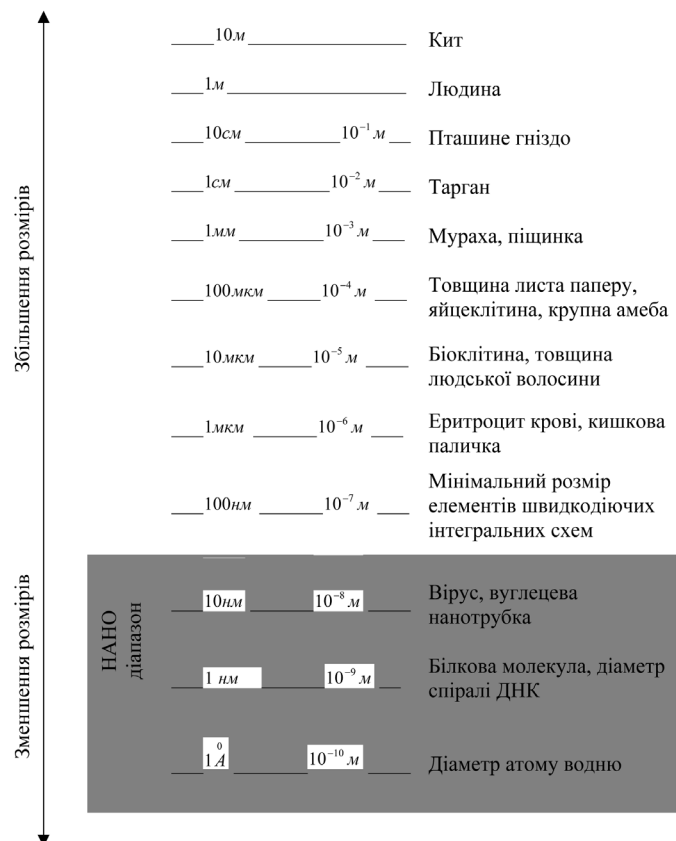
За аналітичними прогнозами інноваційний розвиток і рівень економіки у XXI столітті визначатимуть саме молекулярні технології (нанотехнології), які оперують величинами порядку нанометру, що викличе істотні зміни у всіх сферах діяльності.

У Концепції Державної цільової науково-технічної програми України «Нанотехнології та наноматеріали» наводиться таке визначення: «Нанотехнології — міждисциплінарні технології, які розроблені для об'єктів розмірами менш як один мікрон і дають змогу проводити дослідження, маніпуляції та обробку речовин в діапазоні розмірів від 0,1 до 100 нанометрів» [1].

У монографії **Ляшенко В.І.** «Наноэкономика как перспективное направление интенсификации общественного воспроизводства» пропонуються визначення основних понять в галузі наноіндустрії. Ось деякі з них. *Наноматеріал* — матеріал, який вміщує структурні елементи, геометричний розмір яких хоча б в одному вимірі не перевищує 100 нм, завдячуючи чому він має якісно нові властивості, в тому числі із заданими функціональними та експлуатаційними

характеристиками. *Наносистемна техніка* — створення повністю або частково на основі наноматеріалів і нанотехнологій функціонально закінчених систем або пристроїв, характеристики яких кардинальним чином відрізняються від характеристик систем і пристроїв аналогічного призначення, що створені за традиційними технологіями. *Наноіндустрія* — вид діяльності зі створення продукції на основі нанотехнологій, наноматеріалів та наносистемної техніки [9, с. 8-9].

Таблиця. Місце нанорозмірних об'єктів у навколишньому світі



Складено на основі джерела [4, с. 12]

На сьогоднішній день нанотехнології використовують передові знання в галузі фізики, хімії, біології, медицини, матеріалознавства. Наноіндустрія здійснює революційний вплив на розвиток інформаційних, телекомунікаційних технологій, біотехнологій, засобів безпеки, боротьби з тероризмом та ін. У всіх розвинених в технічному відношенні країнах розвитку нанотехнологій приділяється велика увага. Очікуване до 2015 року широке промислове використання нанотехнологій несе великі економічні та соціальні зміни в житті всього людства.

Можливості нанотехнологій невичерпні: від «проживаючих» у людському організмі нанокomp'ютерів, які знищують ракові клітини і «ремонтують» пошкоджені тканини та органи до автомобільних двигунів, які не забруднюють навколишнє середовище. На сьогоднішній день у розвитку нанотехнологій можна виділити три основні напрями, які тісно пов'язані між собою [9, с. 35]:

1) виготовлення електронних схем (в тому числі й об'ємних), з активними елементами, розміри яких можна порівняти тільки з розмірами одиничних молекул чи атомів;

2) безпосередня маніпуляція атомами та молекулами і складання на їх основі різноманітних матеріалів (як будівля складається із цеглин). Ця задача, в свою чергу, розкладається на дві концепції. Перша — перебудова наявних структур, наприклад, змінивши порядок атомів у кам'яному вугіллі, можна виготовити алмаз). Друга — складання більшого з меншого (так, використовуючи молекули води та вуглекислого газу, можна виготовити із них цукор або крохмаль);

3) розробка і виготовлення наномашин, які мають назву асемблерів, тобто роботів, величина яких дорівнює молекулі. Асемблери здатні до самовідтворення, за рахунок чого можна побудувати будь-яку молекулярну структуру.

Асемблери можуть радикальним чином змінити середовище існування людини. У 1992 році вчений і письменник **Ерік Дрекслер**, один із ідеологів нанотехнології, намалював картину найближчого майбутнього. Завдяки нанотехнологіям в світі буде ліквідовано голод, хвороби, забруднення навколишнього середовища і багато інших глобальних проблем. Ключем до цього стануть крихітні машини розміром з молекулу, які володіють спроможністю до відтворення. Використовуючи в якості будівельного матеріалу атоми, вони зможуть виробляти все необхідне з недосяжною раніше ефективністю.

Головне завдання асемблера — з'єднання атомів та молекул в заданому порядку [11, с. 18-19]. Він повинен вміти будувати наносистеми будь-якого призначення — двигуни, верстати, обчислювальні пристрої. Це буде унікальний молекулярний робот зі змінними програмами на «перфострічках» типу ланцюжків РНК та ДНК. Асемблери будуть працювати в парі з дисасемблерами — наномашинами, які зможуть розбирати об'єкт на атоми із записом його структури на молекулярному рівні. Наприклад, для створення копії будь-якого об'єкта необхідно, щоб дисасемблер розібрав його на атоми і передав всю інформацію про тип атомів та їх положення асемблеру, який потім може створювати копії цього об'єкту скільки потрібно разів.

На сьогоднішній день знеструмування офісу чи помешкання бодай на годину відкидає людину більш ніж на два століття назад, адже без зви-

чайних амперів та кіловат сучасній людині вже не можливо обійтись. За відсутності комп'ютера і мобільного телефону ми ніяк не можемо працювати. Надалі залежність від прилад цивілізації зростатиме [14]. Недарма сучасна наука експериментує з атомами і молекулами, комбінує їх у небачені досі сполуки, створює завдяки їм новітні матеріали та механізми. Це дасть змогу наділити інтелектом предмети, які нині є звичайними елементами побуту. Люди носитимуть одяг, який міняє колір, обмінюватимуться візитівками з нанесеною на них відеорекламою, передаватимуть свої емоції за допомогою імплантів, що відображують настрої. Питимуть каву з філіжанок, оснащених індикаторами температури. Жінки милуватимуться собою в комп'ютерних дзеркалах, котрі коригуватимуть зображення до ідеального, а на нігтях матимуть манікюр із запрограмованим кольором та візерунками. В магазинах торгуватимуть невтомні віртуальні продавці. У містах пам'ятники не будуть мовчазними скульптурами, а розповідатимуть про історичні події. Практичне застосування нанотехнологій має не лише декоративний характер. Робота на молекулярному та атомарному рівнях дозволяє створювати надмістки електронні схеми, нові, наділені вищими споживчими якостями матеріали (пластмаси, мастила, лаки, фарби), синтезувати нові види палива, виробляти ефективні вакцини.

На нові розробки покладають надії щодо подолання нових і поки що невиліковних хвороб — змодельовані на молекулярному рівні ліки будуть значно ефективнішими. В галузі геронтології прогнозується досягнення безсмертя людини у другій половині XXI століття за рахунок впровадження в її організм молекулярних роботів, які будуть попереджувати старіння клітин та поновлювати тканини. Можливе також оживлення та виліковування померлих людей, яких було заморожено [9, с. 118].

Глобальні екологічні проблеми теж можна розв'язати за допомогою наночасток. Наприклад, німецькі вчені з університету Ульма вже розробили мікроелементи, які можуть затримувати хлорфторвуглеці — шкідливі частки, що руйнують озоновий шар [14].

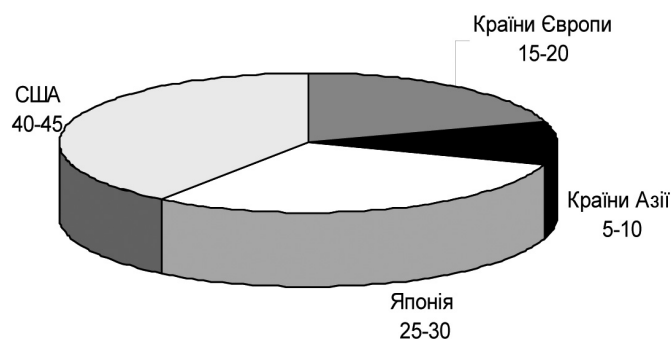
NASA планує за допомогою нанотехнологій побудувати до 2018 року космічний ліфт, який являє собою трос довжиною в декілька десятків тисяч кілометрів, що з'єднує орбітальну станцію в космосі з платформою на поверхні Землі [11, с. 52].

На сьогоднішній день в світі існують штучно створені людиною молекули вуглецю (C), так звані фуллерени, які складаються із 60 атомів і здатні набувати форми сфери, еліпсоїда або трубки. Однією з найбільш поширених і придатних до конвеєрного виробництва нанотехнологій є нанотрубка — конструкція з атомів вуглецю, яка зможе виконувати безліч функцій в електроніці [15]. Вона може бути провідником чи напівпровідником електричного струму, замінити транзистори. Жоден з існуючих матеріалів не має такого набору механічних, електромагнітних та оптичних властивостей, як нанотрубка завтовшки з волосину. Під дією механічних напруг, які перевищують критичні, нанотрубки не рвуться, не ламаються, а просто перебудовуються. Ці незвичні властивості нанотрубок можна використувати для створення таких речей, як космічний ліфт, штучні м'язи, надлегкі і надміцні композиційні матеріали для пошиття одягу, наприклад, для пожежників і космонавтів та

The article deals with the modern trends of development and formation of a new promising industry of nanotechnologies (molecular technologies) in the world and in Ukraine. Computer and networked technologies paved the way for the nanotechnological wave which will drastically change the existing world. Due to nanotechnologies standards of life will unbelievably improve. The application of nanotechnologies will foster the increase of competitiveness of domestic economy, rise of GDP and considerable economic effect in basic branches of economy of Ukraine.

У статті розглядаються сучасні тенденції розвитку і становлення нової перспективної індустрії нанотехнологій (молекулярних технологій) у світі в цілому та в Україні. Комп'ютерні та мережеві технології підготували ґрунт для нанотехнологічної хвилі, яка радикально змінить існуючий світ. Завдяки нанотехнологіям якість життя людей надзвичайно підвищиться. Використання можливостей нанотехнологій сприятиме зростанню конкурентоспроможності вітчизняної економіки, збільшенню обсягу виробництва внутрішнього валового продукту та істотному економічному ефекту в базових галузях економіки України.

Рис. 1. Розподіл ринку нанотехнологій за країнами світу [8 с. 26]



ін. [11, с. 37-38]. Але, на жаль, як показали дослідження, нанотрубка має структуру, подібну до азбесту, і становить потенційну загрозу поширення легеневих хвороб [15].

Вже нині наокомпанії готові запропонувати харчовій промисловості роботів, які будуть здійснювати тотальний моніторинг продуктів на всіх етапах їх виготовлення — таке устаткування дозволить визначити і вилучити шкідливі елементи з товарів до їх потрапляння на полиці супермаркетів. Перспектива серійного виробництва таких пристроїв — найближчі 3-4 роки. Наступним етапом упровадження нанотехнологій на харчових підприємствах може бути виготовлення продуктів, кінцевий формат яких визначатиме сам споживач. Наприклад, можна буде придбати сік і самостійно відрегулювати його смакові властивості (колір, аромат тощо) шляхом маніпуляції наночастками, які споживач може скомпонувати у потрібну комбінацію. На щастя, ця технологія наразі залишається фантастикою [15].

У легкій промисловості російські вчені проводять дослідження і досягли певних результатів з обробки шкір для підкладки взуття бактерицидними препаратами на основі наночасток срібла, що дає змогу отримати високу антимікробну активність шкіряного матеріалу, а це дуже важливо для внутрішніх деталей взуття [6]. Вчені із Санкт-Петербурзького державного університету технологій та дизайну разом зі своїми польськими колегами виявили, що наявність на волокнах натурального шовку навіть невеликої кількості срібла з нанорозмірним діапазоном часток також надає цьому матеріалові антибактеріальні властивості [12].

Якщо звернутись до історії створення нанотехнологій, то з давніх часів людство, саме того не підозрюючи, експериментувало з нанотехнологіями, що підтверджують численні знахідки. Деякі вітражі європейських середньовікових замків, древні дамаські сталеві кинджали виготовлялись з використанням нанотехнологій.

Прабатьком нанотехнологій визнано давньогрецького філософа **Демокріта** (460-360 р.р. до н. е.), який у 400 році до н. е. у своїй атомістичній концепції Всесвіту ввів термін «атом» в значенні неподільної часточки матерії [10, с. 253]. Демокріт звернув увагу на те, що світ складається із великої кількості тіл, невидимих через їх малу величину, тобто атоми. Матеріальні предмети складаються із атомів, поєднаних в різних комбінаціях та сполученнях, що і надає їм різних властивостей.

Російський фізик-теоретик **Георгій Гамов** близько 70-ти років тому отримав розв'язання рівнянь Шредингера, які описують можливість переборення часткою енергетичного бар'єру у випадку, коли її енергія менша за його висоту [9, с. 23].

Батьком нанотехнологій визнано американського фізика **Ричарда Фейнмана**, який 25 грудня 1959 року на лекції, яка мала назву «Там внизу багато місця» і була прочитана в Каліфорнійському технологічному інституті, висловив думку, що «принципи фізики... не говорять про неможливість маніпулювання речовиною на рівні атомів».

В 1974 році японський фізик **Норіо Танігучі** ввів до наукового вжитку слово «нанотехніка», запропонувавши так називати механізми, що розміром менше 1 мікрону.

Серед корпорацій «першою нанотехнологічною» вважає себе IBM. У 1981 році фізики **Герд Біннінг** та **Генріх Рорер** в лабораторії корпорації IBM винайшли тунельний мікроскоп, який дозволив сканувати, бачити атоми і маніпулювати ними. Виникла можливість «підчепити» атом і помістити його в потрібне місце, тобто фактично зібрати будь-який предмет або речовину. У 1986 році було створено атомно-силовий мікроскоп, який дозволяє, на відміну від тунельного, здійснювати взаємодію не тільки з провідниковими, а й взагалі з будь-якими матеріалами [11, с. 21].

Нанотехнології, безумовно, принесуть багато корисного людству, разом з тим вони потенційно несуть загрози виживанню і здоров'ю людини та стану довкілля. Вплив багатьох результатів нанотехнології на людину та природне середовище ще не до кінця вивчено. Крім того, існує можливість використання молекулярних ноу-хау на шкоду суспільству. Тому є як численні прибічники, так і супротивники цієї індустрії.

Окремі нанотехнології можуть зіткнутися з організованим супротивом глобального рівня. Наприклад, істотний удар нанотехнології можуть нанести індустрії виробництва палива. Вчені на атомно-молекулярному рівні в майбутньому можуть змодельювати нові різновиди енергоносіїв. Як вважають, нанотехнології дозволяють створювати системи безпечного збереження водню, тому виробництво автомобілів, що працюють на водневих елементах, стане реальністю. Нові паливні елементи дозволять ноутбуку працювати без підзарядки місяць, а мобільному телефоні — рік [14]. Це навряд чи сподобається нафтовим корпораціям та виробникам традиційних елементів живлення.

Поява у вжитку нових, стійких до забруднень та ушкоджень матеріалів значно зменшує потребу в миючих засобах. Наноодяг на 25% стійкіший до забруднень у порівнянні з традиційним, тож і засобів на його прання, знадобиться на чверть менше, що не на користь індустрії миючих засобів.

Крім того, суспільні компанії можуть блокувати роботу фірм, які займаються комерціалізацією нанотехнологій, як зробили це по відношенню до виробників фреону та азбесту в Європі.

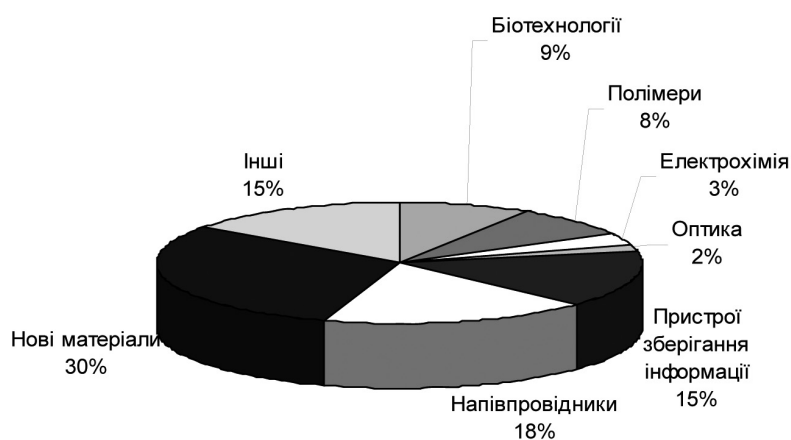
На Сході в азійських країнах навряд чи знайдуть поширення такі різновиди нанотехнологій, як клонування, імплантанти в людське тіло, косметичні ноу-хау.

Викликає занепокоєння деяких вчених можливість потенційного використання нанотехнологій у військових цілях. Усі розвинені країни нині виділяють чималі бюджети на оборонні розробки саме у військових галузях. Надточні системи наведення та контролю, новітні матеріали — усі ці напрацювання можуть знайти застосування при веденні нановійн.

Існує також можливість глобальної катастрофи, викликаной нанороботами. Гіпотетичний сценарій **Еріка Дрекслера** припускає, що мікропристрої, які можуть самостійно відтворювати власні копії, розпочинають неконтрольоване розмноження і використовують в якості будівельного матеріалу будь-яку речовину, яка знаходиться поряд, включаючи фабрики, заводи, тварин і навіть людей. Планета Земля, як мінімум, перестане існувати, причому це може статися практично за два дні. Ерік Дрекслер назвав цю проблему проблемою «сірого слизу». Але на сьогоднішній день більшість вчених вважає цей сценарій малоімовірним. Програмісти запевняють, що процес відтворення нанороботів повністю контролюється людиною. І навіть сам Ерік Дрекслер декілька років тому відкинув свою теорію, адже за його спостереженнями нанотехнології пішли по іншому, більш безпечному шляху розвитку [14].

На сьогоднішній день нанотехнології мають близько 50 країн світу. Розподіл ринку нанотехнологій за країнами наведено на **рис. 1**.

Рис. 2. Сфери застосування нанотехнологій [8, с. 27]



Лідерами в цій галузі є США, Японія, Німеччина, Франція, Китай та ін. За останні роки десятки країн, в тому числі і Україна, прийняли національні програми розвитку нанотехнологій як вищий, національний пріоритет. Це свідчить про правильне розуміння майбутнього урядами цих країн. За даними консалтингової компанії «Lux research», в 2004 році уряди, корпорації та приватні підприємства в усьому світі витратили близько 9 млрд. дол. США на науково-дослідні роботи в галузі нанотехнологій, тоді як у 2002 році ця цифра становила 2 млрд. дол. США, а в 2000 — 0,7 млрд. дол. США [8, с. 234]. Світовий ринок нанотехнологій у 2009 році сягає 700 млрд. дол. США, а в 2015 році цей показник зростає до 1-2 трлн. дол. США [16].

В усьому світі кількість зареєстрованих патентів в галузі нанотехнологій наближається до 90 тис. Щорічне державне фінансування досліджень і розробок в цій галузі, за оцінками деяких експертів, становить в Європейському Союзі близько 800 млн. євро, в США — близько 800 млн. дол. США, в Японії — до 500 млн. дол. США, в Китаї — понад 100 млн. дол. США [9, с. 10].

У світі є більше 16000 нанотехнологічних компаній, їх число весь час стрімко зростає [15]. Вони найбільш активні в таких галузях: створення та зберігання інформації, виробництво напівпровідників, оптики, полімерів, біотехнології та ін. (рис. 2).

Це такі компанії, як IBM, «Motorola», HP, NEC, «Hitachi» та ін. За прогнозами Національної наукової організації США, підприємства, що працюватимуть у цій галузі, створять від 800 тис. до 2 млн. нових робочих місць [14].

На сьогоднішній день в світі існує достатньо висока конкуренція в галузі нанотехнологій. Забезпеченню конкурентоспроможності нашої країни в наноіндустрії сприяє Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки, яку затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 року №1231 [2]. Концепцію цієї програми схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 року №331-р [1].

Метою Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки є створення в Україні наноіндустрії шляхом забезпечення розвитку її промислово-технологічної інфраструктури, використання результатів фундаментальних та прикладних досліджень, а також підготовки висококваліфікованих наукових та інженерних кадрів. **Для реалізації цієї мети в нашій країні протягом 2010-2014 років необхідно [2]:**

□ провести фундаментальні та прикладні дослідження з пріоритетних напрямів, зокрема наноелектроніки, наноінженерії, функціональних і конструкційних наноматеріалів, колоїдних нанотехнологій, нанотехнологій для каталізу та хімічної промисловості, наноматеріалів та нанотехнологій для захисту навколишнього природного сере-

довища, нанотехнологій для енергетики, нанотехнологій спеціального призначення, отримати нові знання щодо особливостей фізичних, хімічних, біологічних і більш складних процесів синтезу та атомного складення наносистем;

□ розробити нанобіотехнології виготовлення наноматеріалів, пристроїв та приладів медичного призначення, а також для наномедицини, нанофізики, нанохімії, наноматеріалознавства;

□ забезпечити дослідників сучасним обладнанням, необхідним для виготовлення наноматеріалів і дослідження їх властивостей;

□ створити цілісну систему підготовки дослідників, матеріалознавців і технологів, які володіють міждисциплінарними фундаментальними знаннями та вміють працювати на сучасному спеціальному обладнанні;

□ забезпечити проведення стандартизації та сертифікації наноматеріалів, оскільки на даний час в Україні відсутня система метрологічних вимірювань у діапазоні менш як 1 мікрон, що не дає можливості вимірювати геометричні параметри нанооб'єктів та перевіряти вимірювальне обладнання;

□ вивчити питання щодо потенційних ризиків шкідливого впливу нанотехнологій та наноматеріалів на людину і навколишнє природне середовище;

□ розробити план заходів щодо залучення інвестицій для створення наноіндустрії, в якому передбачити можливість звільнення від сплати податків, зборів та інших обов'язкових платежів під час ввезення на митну територію України обладнання, необхідного для виготовлення наноматеріалів і дослідження їх властивостей, а також утворення підприємств, установ та організацій, діяльність яких пов'язана з впровадженням нанотехнологій.

Орієнтовний обсяг коштів, необхідних для виконання Програми, становить 1847,1 млн. грн. Фінансування Програми здійснюється в основному за рахунок коштів державного бюджету, а також інших джерел.

Очікується, що в результаті реалізації Програми використання можливостей нанотехнологій сприятиме збільшенню обсягу виробництва внутрішнього валового продукту та істотному економічному ефекту в таких базових галузях економіки, як машинобудування, автомобільна промисловість, електроніка та оптоелектроніка, інформатизація, сільське господарство, охорона здоров'я та охорона навколишнього природного середовища за рахунок використання наноматеріалів та впровадження високотехнологічних інновацій, які спрямовані на розширення асортименту та покращення якості товарів і послуг або удосконалення технологій, що при цьому використовуються. Саме технології знаходяться в основі задоволення різноманітних особистих та виробничих потреб, підвищення серійності виробництва, зміни поколінь та моделей техніки, технологічних укладів та технологічних засобів виробництва.

Розвиткові українських нанотехнологій сприяє також міжнародне співробітництво. Українські вчені ведуть співпрацю з російськими та німецькими колегами. Є також домовленості з іншими державами. Міжнародне співробітництво забезпечує українським вченим доступ до самого сучасного обладнання і устаткування в наноіндустрії.

Достатньо гострою в Україні є проблема кваліфікованих наукових кадрів та спеціалістів в сфері «нано», які могли іти на ризик, створювати наукові розробки, організовувати впровадження цих розробок у виробництво.

В Україні також мало підприємств, які були б технічно спроможні сприйняти нанотехнології та нанопродукти. Як правило, українські нанокорпорації — це підприємства при університетах та науково-дослідних інститутах, засновниками яких є переважно науковці, що опановують новітні технології на комерційних засадах [14].

Відомо, що за нинішніх умов для того, щоб бути економічно ефективними, наукові розробки повинні впроваджуватися у масове виробництво за короткі терміни (3-4 роки). На українському ринку поки що дуже важко дотриматися цієї умови, тому нашим вченим вигідніше продавати їх за кордон, аніж шукати інвестора в Україні, тому працюють переважно на експорт [9, с. 81]. Потрібно направити зусилля для того, щоб розробки наноіндустрії впроваджувалися у вітчизняну економіку.

На сьогоднішній день в Україні діє Комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Наноструктурні системи, наноматеріали і нанотехнології». Але витрати на дослідження нанотехнологій досить скромні у порівнянні з іншими державами світу. Так, за 2005 рік фінансування вищезгаданої комплексної програми складало 1,45 млн. євро — це менше 1% загального бюджету НАН України [9, с. 77].

Вітчизняні розробники нанотехнологій вважають, що запізнення держави і бізнесу в фінансуванні цієї сфери науки та техніки можуть залишити Україну аутсайдером у конкурентній боротьбі в тих галузях, де нанотехнології скажуть своє вагомє слово в найближчому майбутньому. І перш за все це стосується сфери оборони та безпеки країни. Найбільш перспективними галузями використання українських нанотехнологій є електроніка та матеріалознавство [14].

Нанотехнології є новим напрямом науки, техніки, технології і розвиваються дуже стрімко на перетині, як вважали раніше, незалежних наук та технологій (інформаційні технології, електронна техніка, біохімія, атомна мікроскопія, фізика і т. д.), що надає їй міждисциплінарний характер. Результатом такого «схрещування» наук є істотна проблема неузгодженості парадигм, термінології, визначень, методів. Зокрема, термін «наноэкономика» використовується і як теоретичний опис сектору економіки, що обслуговує нанотехнології, і як теорія економічної поведінки *індивіда* [3, с. 99] (курсив авторів). Тому потрібне чітке визначення тлумачень термінології, упорядкованості понятійного апарату в даній галузі та створення на цій основі словників і довідників.

Крім того, однією з найважливіших є проблема розробки в Україні класифікації нанотехнологій, яка дасть змогу внести їх до Державного рубрикатора науково-технічної інформації України та Класифікатора видів економічної діяльності, в яких поки що відсутнє саме поняття «нанотехнологія».

Таким чином, наноіндустрію вже запущено і повернення назад не буде. Майбутнє обіцяє нам бути чудовим. Нанотехнології при цьому є ефективним засобом підвищення якості життя людей та конкурентоспроможності національної економіки.

ВИСНОВКИ

Нанотехнології дуже актуальні вже зараз, а в майбутньому їх значення неймовірно зросте. Комп'ютери та мережеві технології підготували ґрунт для нанотехнологічної хвилі. Вона радикально змінить існуючий світ. На наших очах світ стане зовсім іншим. Важко сказати, яким він буде — кращим чи гіршим. Просто він буде іншим.

Нанотехнології не стануть апокаліпсисом або розв'язанням абсолютно всіх проблем. Але з часом будуть вирішені численні сучасні проблеми, зокрема, такі як доступність житла, харчів, чистої води, доступу до інформації. Завдяки нанотехнологіям якість життя людини майбутнього надзвичайно підвищиться.

Нанотехнології принесуть багато корисного людству, але водночас у новітніх молекулярно-атомних сполуках криються неабиякі загрози виживанню і здоров'ю людини та стану довкілля.

Лідерами наноіндустрії є США, Японія, Німеччина, Франція, Китай та ін. За останні роки десятки країн, в тому числі і Україна, прийняли національні програми розвитку нанотехнологій як вищій, національний пріоритет.

В нашій країні прийнята Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки, яку затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 року №1231.

Використання можливостей нанотехнологій сприятиме підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної економіки, збільшенню обсягу виробництва внутрішнього валового продукту та істотному економічному ефекту в базових галузях економіки України.

Нанотехнології є новим напрямом науки і розвиваються дуже стрімко на перетині незалежних наук та технологій, що надає їй міждисциплінарний характер. Тому потрібне чітке визначення тлумачень термінології, упорядкованості понятійного апарату в даній галузі.

Важливою є проблема розробки в Україні класифікації нанотехнологій, що дасть змогу внести їх до Державного рубрикатора науково-технічної інформації України та Класифікатора видів економічної діяльності.

Наноіндустрію вже запущено і це дійсно буде небаченим технологічним проривом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 2 квітня 2009 р. №331-р. Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 року №1231 Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки.
3. Клейнер Г. Б. Наноекономика и теория фирмы // Вестник ВГУ. Серия Экономика и управление, 2004. — №2. — С. 99-123.
4. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. — 134 с.
5. Крапивенко Д. Матрица без перевантаження // Український діловий тижневик Контракти №44 від 30.10.2006.
6. Кузин С. К., Жихарев А. П., Богданов Н. В., Мишаков В. Ю., Казаринова А. В. Антимикробная обработка кож для внутренних деталей обуви с использованием наноразмерных частиц серебра. // Технология легкой промышленности, 2008. — №1. — С. 90-93.
7. Любимова Т. А. Наноекономика: дань моде или образ будущего? // Вестник Иркутского университета. Специальный выпуск: Ежегодная научно-теоретическая конференция аспирантов и студентов: материалы. — Иркутск: Издательство Иркутского гос. ун-та, 2008. — С. 131-133.
8. Ляшенко В. И., Жихарев И. В., Павлов К. В., Бережная Т. Ф. Большая книга о малом наномире: Монография — Луганск: Альма-матер, 2008. — 531 с.
9. Ляшенко В. И. Наноекономика как перспективное направление интенсификации общественного воспроизводства: моногр./В. И. Ляшенко, К. В. Павлов. — Белгород: Из-во БелГУ, 2008. — 328 с.
10. Лурье С. Я. Демокрит. Тексты. Перевод. Исследования. — Ленинград: Наука, 1970. — 664 с.
11. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом. — www.nanonewsnet.ru. — 486 с.
12. Сашина Е. С., Дубкова О. И., Горальский Я. Я., Шинковская М. И. Антибактериальные волокна шелка с наночастицами серебра // Технология легкой промышленности, 2008. — №1. — С. 94-97.
13. Тепляков Н. Н. История психологии. Атомистическая теория Демокрита или математические начала психологии. — О.: ЧПТМСИ, 2007. — 176 с.
14. <http://nano.com.ua/content/view/89/37/>
15. www.kontrakty.com.ua/show/ukr/rubrik_main/44200639.html
16. www.unian.net/ukr/news/news-339883.html
17. <http://www.unian.net/ukr/news/news-235295.html>

Стаття надійшла до редакції 11.02.2010