

Касьянов Д. В.*Кандидат філософських наук, здобувач НПУ імені М. П. Драгоманова*

РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ІННОВАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ

Розробка і впровадження нанотехнологій розглядаються в контексті інноваційного розвитку країни. Звертається увага на розвиток нанотехнологій у сфері інформаційних систем і комунікацій, а також масове застосування обчислювальної техніки, різних типів зв’язку для транспортування потоків інформації завдяки високоефективних технологій та наноструктур.

Ключові слова: цивілізація, нанотехнології, інновація.

В Україні нині активно проводяться дослідження в галузі нанонауки. Зокрема, «у Національній академії наук у межах спеціальної програми «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» здійснюють дослідження з фізики металів і сплавів, хімії поверхні, порошкових технологій, мікроелектроніки, колоїдних нанорозчинів, сорбентів, лікарських засобів, в основу яких покладено нанотехнології. Міністерство освіти і науки України спільно з Міністерством промислової політики затвердило українсько-російську міжвідомчу науково-технічну програму «Нанофізика і наноелектроніка». Проблеми застосування наноматеріалів у клінічній практиці вивчають в Академії медичних наук України, національних та медичних університетах України» [4, с. 20]. Своїми дослідженнями з вивчення фізичних, фізико-хімічних, біохімічних основ нанонауки відомі й інститути НАН України – Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона, Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова, Інститут фізики, Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова, Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка, Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна, Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького, Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. Вернадського й ін.

До виконання комплексної програми з нанотехнологій в Україні залучені різні наукові установи держави. Зокрема, Інститутом хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України спільно з вітчизняними науково-медичними

закладами вперше у світі розроблено, досліджено та впроваджено в медичну практику новий препарат сорбційно-детоксикаційної дії Силікс на основі нанокремнезему. На кафедрі фармакології та клінічної фармакології Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця спільно з інститутом хімії поверхні НАН України ім. О. О. Чуйка ведуться спільні дослідження щодо розробки нових лікарських препаратів з нанодисперсного кремнезему. У міжнародному центрі електронно-променевих технологій Інституту електrozварювання ім. Є. О. Патона НАН України тривалий час проводяться дослідження з розробки сучасних нанотехнологій, результати яких впроваджені в авіаційну промисловість, космічну галузь, а в останні роки — і медицині. Інститут молекулярної біології і генетики НАН відомий дослідженнями зі створення біосенсорів, розроблених на основі нанотехнологій. В Інституті експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького НАН України спільно з Міжнародним центром електронно-променевих технологій Інституту електrozварювання ім. Є. О. Патона проводяться дослідження з розробки нових протипухлинних препаратів на основі оксидів заліза, отриманих за допомогою електронно-променевої нанотехнології. Дослідження з нанотехнологій в Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І Вернадського НАН України проводять майже 50 років, зокрема розроблено технологію синтезу «дрібнодисперсних систем із сажі», яку згодом назвали нанотрубками, а також методику розчинення металів у полімерному середовищі та хімічних засобів одержання наночастинок. Спільною розробкою Інституту фармакології і токсикології АМН України та Харківського фармацевтичного підприємства «Біолік» став перший вітчизняний препарат з ліпосомом «Ліпін». «Українськими вченими розроблено біокерамічний нанокомпозит «Синтекость», основу якого становлять різі види біоактивних керамік, що дозволені для застосування в медичній практиці. Завдяки нанорозмірам біоактивна кераміка є синтетичним матеріалом і сприяє повному відновленню структури природної кістки. «Синтекость» застосовується для заповнення порожнин після видалення кіст, пухлин кісток, при заміні частини кістки внаслідок оперативних втручань. «Синтекость» можна застосовувати в ортопедії, отоларингології, нейрохірургії, стоматології...»

На сьогодні у світовій літературі недостатньо досліджень з вивчення фізіологічних, біохімічних, молекулярних, фізико-хімічних механізмів дії наночастинок, впливу їх на функцію серцево-судинної, нервової, видільної, імунної систем, органів травлення... Значний теоретичний

і практичний інтерес викличутъ наукові розробки щодо встановлення біофізичних механізмів дії наночастинок на функцію органів і систем організму, різних клітин, їх мембрани, мітохондрій, рибосом, ферментів, ДНК, РНК» [9, с. 66–67].

Вивчення наукової літератури й одержаних результатів наукових досліджень дозволяє визначити основні напрями наукових розробок у сфері нанотехнологій, наномедицини і нанофармакології. Це насамперед:

- розробка нових технологій отримання наночастинок, передусім композитів органічного та неорганічного походження, з огляду не тільки на виробничі аспекти, але й економічні та соціальні фактори;
- виготовлення нових наноприладів для застосування у техніці, біології, медицині, сільському господарстві та інших сферах діяльності;
- створення на підставі сучасних нанотехнологій нових медикаментів і їх лікарських форм для зовнішнього, внутрішнього, парентерального та інгаляційного застосування, вивчення механізмів лікувальної дії таких нанопрепаратів з метою опрацьовування методів лікування таких важких захворювань, як злюкісні пухлини, гострі й хронічні запальні процеси, хвороби генетичного походження;
- дослідження токсикології наноматеріалів, нанопрепаратів; вивчення не тільки медичних аспектів роботи з такими матеріалами, але й їхнього впливу на організм людини і довкілля;
- встановлення всіх аспектів взаємодіїnanoструктур із організмом людини та зовнішнім середовищем [4, с. 24–25].

Не менш важливим для України є розвиток нанотехнологій у сфері інформаційних систем і комунікацій. Масове застосування обчислювальної техніки, мобільного, волоконно-оптичного, супутникового зв’язку та Інтернету для транспортування мега- і гігабайтних потоків інформації стало можливим завдяки розробці високоефективних оптоелектронних технологій та надвисокочастотних мікро- і nanoструктур. Протягом останніх років було здіснено прорив у дослідженнях, розробці та промисловому освоєнні напівпровідників. «Серед технологій, які використовувалися для досягнення унікальних фізичних властивостей нових матеріалів – молекулярна й рідинно-фазна епітаксія (MBE, LPE), газотранспортних реакцій і атомно-шарової епітаксії, хімічна й МОС-гідридна (MOCVD) епітаксія, в зв’язку з інтенсивним розвитком яких на перший план висуваються питання генераційно-ре-комбінаційних, фотоелектричних, оптичних та випромінювальних явищ на межах розділу тонких шарів, у приповерхневих областях об’ємного

просторового заряду та в тонких наношарах чи квантово-розмірних структурах з характерними розмірами окремих прошарків і активних областей, що не перевищують сотень і навіть десятків ангстрем, де формуються функціональні (експлуатаційні) параметри матеріалів та пристрійств оптоелектроніки і, перш за все, сучасної наноелектроніки... Це стосується насамперед фотодетекторів та джерел випромінювання нового покоління. Подальший прогрес оптоелектроніки очікується на основі нуль-, одно- і двовимірних надграток, що реалізуються зокрема з використанням іонно-плазмових технологій. Багатошаровість сучасних пристрійств оптоелектроніки вимагає нових фізико-технологічних підходів до оптимізованої практичної реалізації сучасних пристрійств мікро- та наноелектроніки з покращеними функціональними параметрами...» [10, с. 4]. Проведений комплекс робіт, об'єднаних ідеєю створення сучасної промислової бази оптоелектронних телекомуникаційних систем і мереж, призвів не тільки до розробки нового класу елементів і систем оптоелектроніки, але й заклав фізико-технологічні та конструкторсько-схемотехнічні засади подальшого розвитку нових перспективних напрямків сучасної наноелектроніки, зокрема нанорозмірної оптоелектроніки.

На тлі піднесення сучасних нанотехнологій відбувається і розвиток нанобіотехнологій, у яких використовуються наномасштабні явища і процеси, що породжують зовсім нові і маловідомі шляхи розвитку біології, фізики, хімії та медицини. Зокрема, застосування нанотехнологій і наноматеріалів у тваринництві вже сьогодні дозволяє вирішити цілу низку гострих проблем та забезпечує значний ефект щодо формування мікроклімату в приміщеннях для тварин і птиці, контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі, приготуванні кормів, дезинфекції тваринницьких приміщень, лікуванні тварин, знезараженні і пастеризації яєць і яйцепродуктів, очищенні стічних вод тощо [3, с. 8–9].

Одночасно різні новаційні аспекти розвитку нанобіотехнологій безпосередньо стосуються поліпшення якості та безпечності харчових продуктів. А загалом, кількість відомих наноматеріалів, їх діапазон і царина використання постійно розширяються. Нині в світі зареєстровано і випускається промисловістю понад 2000 найменувань наноматеріалів. Деякі з них вже досить давно непомітно для нас увійшли в побут, як діоксид титану, який використовується у косметичних засобах, наносрібло, корте застосовують з метою знищенння мікроорганізмів у контейнерах для зберігання їжі, в освіжувачах повітря, у взуттєвих устілках і пральніх машинах [11, с. 17]. «Звичайно, за умови інтенсив-

ного впровадження у сферу життєдіяльності людини нового фактора оточуючого середовища—штучних наноматеріалів, зародилась нова галузь гігієнічної науки—наногігієна. Термін «наногігієна» не канонізований, але більшість дослідників, які впритул займаються вивченням потенційного ризику наноматеріалів і нанотехнологій для здоров'я людини, вважають її самостійним напрямком пошуку. Він має власні об'єкти, предмет і методи дослідження, теорію і галузь застосування результатів. При цьому, коло об'єктів, досліджуваних наногігієною, до якого відноситься й наногігієна харчування, безперервно розширяється» [6, с. 6].

Завдяки впровадженню нанотехнологій також очікується розв'язання низки проблем у харчовій промисловості та харчуванні населення. Адже впровадження нанотехнологій дає харчовій промисловості шанс для одержання великих прибутків. Тому сотні компаній у світі сьогодні активно проводять дослідження та розробку nanofood, активно співпрацюючи з державними дослідними установами і приватними підприємствами. Відомо, що наноматеріали вже входять до складу деяких кондитерських виробів (шоколаду, морозива, кремів), косметичних засобів, зубної пасті, різних емульгаторів тощо [6, с. 8]. В Київському Національному університеті харчових технологій інтенсивно провадяться дослідженняnanoструктури молочного жиру, його фракцій, а також функціональних видів вершкового масла з рослинними харчовими добавками. «Пріоритетним напрямком розвитку науки і техніки НУХТ згідно з концепцією цільової комплексної програми «Науково-технічна та інноваційна діяльність Національного університету харчових технологій у 2008–2010 роках» є «Розроблення наукових основ створення нанотехнологій харчових продуктів». Останніми роками нанонаука розвивається надзвичайно бурхливо, що більш виражено в напрямах електронної техніки, напівпровідникових матеріалів, гібридних нанокомпозитів. В галузі харчових технологій нанонаука лише зароджується» [5, с. 2]. Тому необхідне створення довгострокової комплексної програми фундаментальних дослідень нанотехнологій у харчовій галузі з єдиним координаційним центром, який би об'єднав роботу в сфері нанонауки ВНЗ України, які займаються підготовкою спеціалістів для харчової промисловості, та науково-дослідних інститутів харчової галузі.

У своїй доповіді «Стратегічний план розвитку нанотехнологій в Україні» під час засідання Колегії Держкомінформнауки «Про стан та розвиток нанотехнологій в Україні» заступник директора Інституту

матеріалознавства НАН України А. Рагуля наголосив на тому, що Україна сьогодні здатна лідувати на світовому ринку за такими напрямками у сфері нанотехнологій, як суперконденсатори, синтез порошків, біоімплантанти, біомаркери, аморфні матеріали, мембрани різного призначення та матеріали тертя. Зробивши ці напрямки пріоритетними, Україна отримає можливість суттєво розширити високотехнологічний сектор економіки. Застосування нанотехнологій в медицині, сільському господарстві та охороні навколошнього середовища дозволить суттєво підвищити якість життя громадян і водночас зміцнити безпеку держави.

Проте розвиток нанотехнологій потребує великих інвестицій. За словами А. Рагулі, якщо Україна зможе до 2012 року зайняти 1% світового ринку нанотехнологій, це дозволить щорічно заробляти до 200 мільйонів доларів. Однак для цього в галузь потрібно інвестувати 83 мільйони доларів, що дозволить створити в Україні нові наукові лабораторії, оснащені сучасним обладнанням й організувати чотири науково-навчальні центри з нанотехнологій для підготовки магістрів і аспірантів у Києві, Львові, Харкові та Донецьку. А. Рагуля також повідомив, що найближчим часом в Україні почне працювати віртуальний офіс трансферту технологій, який об'єднає інститути Національної академії наук та університети-виконавці Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали».

Ще один проблемний для України момент, на якому наголосив Андрій Рагуля,—нерозвиненість малого високотехнологічного бізнесу та відсутність старт-ап компаній. В інших країнах серед гравців на ринку високих технологій саме вони посідають до 40%. Отже, розвиток державно-приватного партнерства має стати одним із пріоритетів [1].

З погляду В. Семиноженка, результати, яких досягла Україна у сфері нанотехнологій, дозволяють нашій країні «виглядати досить достойно, проте ми маємо відшукувати оригінальні ніші в цій галузі й потужно заявляти про себе» [1], адже інтелектуальний і технологічний потенціал для цього в Україні є. З погляду вченого, необхідно активізувати роботу Держкомінформнауки щодо налагодження співпраці з РосНАНО та наукоградом Сколково (Російська Федерація). Також він запропонував провести у 2011 р. спільно з НАН України у рамках профільних українських та міжнародних програм масштабну наукову конференцію і презентувати результати досліджень вітчизняних учених у сфері нанотехнологій.

Загалом, формування та впровадження інноваційної моделі економіки має передбачати подолання країною прихованої небезпеки того, що успішні країни далеко відірвуться за рівнем розвитку своїх економік від України. Проте саме це дає нашій державі шанс здійснити більш швидку модернізацію відсталих галузей на базі нанотехнологій. Успішні ж країни Заходу можуть у цей час на тривалий період залишатися в переходному стані, оскільки їх господарські системи обтяжені ярмом очікування віддачі від колишніх вкладень, а також перенасичені минулими невиконаними контрактами тощо. Економіка ж України, не обтяжена ні інвестиціями, ні контрактами, може прискорено модернізуватися завдяки впровадженню інновацій нанотехнологій в індустріальних галузях. Проте все це видається можливим лише за інституційного облаштування економіки України на принципах програмно-цільового розвитку та трансформації в системі цивілізаційних цінностей, зокрема заміни моделі ажіотажного споживання й культури розкоші іншими мотиваційними комплексами. Водночас необхідно подолати тенденцію зрошення великого бізнесу з владою та корупцією, а також фаворитизму [8, с. 346–347].

Проте помилково було б вважати, що ресурсами, необхідними для модернізаційного стрибка, є тільки інноваційні досягнення і вільні кошти. Ні фінанси самі по собі, ні інноваційні ідеї неспроможні автоматично оживити економіку країни без необхідного інвестиційно-мотиваційного облаштування. Для реалізації інноваційних проектів, крім коштів, необхідною є націленість інститутів державної влади на майбутнє, на реалізацію довгострокової стратегії. З огляду на це назріла потреба в прийнятті нової державної цільової програми з розвитку та впровадження нанотехнологій, яка б враховувала зазначені вище проблеми. Метою такої програми має бути створення потужної нано-індустрії шляхом забезпечення розвитку її промислово-технологічної інфраструктури, використання результатів фундаментальних і прикладних досліджень, а також підготовка висококваліфікованих наукових та інженерних кадрів. Основними її завданнями повинні стати:

- формування інфраструктури для проведення ефективних фундаментальних досліджень у галузі нанотехнологій;
- координація робіт із створення і впровадження нанотехнологій і наноматеріалів;
- розробка нових підходів до підготовки кваліфікованих спеціалістів з питань розв'язання наукових, технологічних та виробничих проблем розвитку нанотехнологій і виготовлення нових наноматеріа-

лів шляхом лібералізації податкової політики, оптимізації фінансової політики й системи захисту прав інтелектуальної власності. Внаслідок реалізації такої програми стало б можливим збільшення обсягу виробництва внутрішнього валового продукту та істотний економічний ефект у таких базових галузях економіки, як машинобудування, автомобільна промисловість, електроніка та оптоелектроніка, інформатизація, сільське господарство, харчова промисловість, охорона здоров'я та охорона навколошнього природного середовища.

У кожній країні формування і реалізація державної політики у сфері нанотехнологій здійснюється на законодавчому рівні шляхом затвердження національних програм та створення для цього відповідних координуючих органів. У Японії, наприклад, питання розвитку нанотехнологій врегульовано законом про науку і технології (закон №130), що уможливило істотне збільшення державного фінансування наукових досліджень і розробок за цим напрямом. У Німеччині була прийнята національна програма «Підтримка центрів компетенцій з нанотехнології», а у США—спеціальна програма «Національна ініціатива в галузі нанотехнологій» та створений спеціальний орган з її реалізації (NNI). Урядом Російської Федерації була створена спеціальна експертно-рекомендаційна Рада з питань нанотехнологій при Уряді країни [2, с. 21].

Україні для успішного подолання відставання у сфері розвитку нанотехнологій та виготовлення нових наноматеріалів необхідно поєднати зусилля для координації робіт, пов'язаних з проведенням фундаментальних і прикладних досліджень та підготовкою підприємств до впровадження нанотехнологій, з провідними державними інститутами інших країн. Перспективною може виявитися розробка і прийняття спеціальної спільної програми з питань упровадження нанотехнологій між Україною й державами, в яких розвиткові нанотехнологій надається пріоритетне значення. «Чинник відповідності розробок в Україні та в інших країнах, глобальна інтернаціоналізація нанодосліджень і нанотехнологій в провідних країнах світу – все це є необхідними передумовами для України енергійно розвивати міжнародний вектор кооперації з такими країнами. Таких векторів може бути 5 – США, Європейський Союз (переважно Німеччина і Великобританія), Японія та Корея, а також КНР. З перерахованих країн інвесторами і спонсорами проектів найімовірніше будуть США, Німеччина і Японія. Співпраця може виявитися дуже вигідною, якщо держава буде фінансувати його за умови належного менеджменту з боку України. У цих

самих країнах доцільно провести стажування з нанотехнологій великої кількості молодих дослідників» [7, с. 29] з метою прискорення опанування новітніми технологіями.

Щодо оцінки найбільш важливих досліджень у межах зазначеної співпраці, які можуть серйозно вплинути на економічний і соціальний розвиток України в довгостроковій (15–20 років) перспективі, експерти на перше місце поставили напрям «Розробка нанобіотехнології і розвиток матеріалознавства для медицини (біоматеріали, сумісні з людським організмом), створення комплексу інструментів і елементів пристрій та приладів медичного призначення. Розробка нових медичних діагностичних систем». Друге місце – за напрямом «Розробка наноприладів, нанороботів (наноботів), серед іншого й для хірургічних операцій на судинах і окремих клітинах організму» [7, с. 36]. Отже, потенціал для співпраці з розвиненим країнами цілком очевидний. Важливо лише, щоб українська сторона змогла найближчим часом фінансувати ці провідні проекти хоч б на середньоєвропейському рівні.

Список використаних джерел:

1. Держкомінформнауки: У сфері нанотехнологій Україна здатна досягти значно вищих результатів // Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.fin.org.ua/news/824675>
2. Зубарев В. В., Скурський П. П., Величко О. Ф. Стратегічні питання забезпечення науково-технологічної безпеки України та шляхи їх вирішення // Наука і оборона, 2009. – № 3. – С. 18–25.
3. Козырев С. В., Якуцені П. П. Нанобіотехнологии—панорама направлений // Российские нанотехнологии, 2008. – Т. 3. – № 3–4.—С. 8–11.
4. Патон Б., Москаленко В., Чекман І., Мовчан Б. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти // Вісник НАН України, 2009. – № 6. – С. 18–26.
5. Перспективи розвитку нанонауки і нанотехнологій в Україні. Інтерв'ю з ректором Національного університету харчових технологій, доктором технічних наук, професором А. І. Українцем // Молочна промисловість, 2008. – №1 (44). – С. 2.
6. Проданчук М. Г., Слободкін В. І., Подрушняк А. Є., Левицька В. М. Перспективи впровадження нанотехнологій і наноматеріалів у харчовій промисловості, їх гігієнічна оцінка

- та актуальні завдання наногідні харчування // Проблеми харчування, 2010. – С. 3–14.
7. Розблокування й активізація конкурентного потенціалу економіки України з урахуванням нової розстановки світових сил, міжцивілізаційних взаємовідносин та цивілізаційної адаптації під впливом глобалізації // Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави: національна доповідь / За заг. ред. В. М. Гейця [та ін].—К.: НВІЦ НБУВ, 2009.—С. 346–350.
 8. Розенфельд Л.Г., Москаленко В.Ф., Чекман І.С., Мовчан Б.О. Нанотехнології, наномедицина: перспективи наукових досліджень та впровадження їх результатів у медичну практику // Український медичний часопис, 2008. – 5 (67)—IX/X. – С. 63–68.
 9. Розробка високоефективних мікро-, нанотехнологій оптоелектроніки і комунікаційних систем на їх основі / В. Г. Вербицький, І. М. Вікулін, П. П. Воробієнко та ін. – К.: Логос, 2009. – 301 с.
 10. Фостер Л. Мирматериалов и технологий. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности.—М.: Техносфера, 2008.—352 с.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2014 р.

Касьянов Д. В. Разработка и внедрение нанотехнологий в инновационной модели экономики

Разработка и внедрение нанотехнологий рассматриваются в контексте инновационного развития страны. Обращается внимание на развитие нанотехнологий в сфере информационных систем и коммуникаций, а также массовое применение вычислительной техники, различных типов связи для транспортировки потоков информации благодаря высокоеффективных технологий иnanoструктур.

Ключевые слова: цивилизация, нанотехнологии, инновация.

Kasyanov D.V. Development and implementation of nanotechnologies in an innovative economic model

Development and implementation of nanotechnologies are discussed in the context of innovative development of the country. Attention is paid to the development of nanotechnology in the field of information systems and communications, as well as the widespread use of computer technology, various types of communication for conveying information flows through high-performance technology and nanostructures.

Keywords: civilization, nanotechnologies, innovation.