

Касьянов Д. В.

## РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ІННОВАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ ЕКОНОМІКИ

*У статті розробку і впровадження нанотехнологій розглянуто в контексті інноваційного розвитку країни.*

*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, молоді та спорту 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, 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. До прикладу, 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 електрозварювання 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 медицину. 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 електроварювання 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 ліпосом “Ліпін”. “Українськими вченими розроблено біокерамічний нанокompозит “Синтекоість”, основу якого становлять різні види біоактивних керамік, що дозволені для застосування в медичній практиці. Завдяки нанорозмірам біоактивна кераміка є синтетичним матеріалом і сприяє повному відновленню структури природної кістки. “Синтекоість” застосовується для заповнення порожнин після видалення кіст, пухлин кісток, при заміні частини кістки внаслідок оперативних втручань. “Синтекоість” можна застосовувати в ортопедії, отоларингології, нейрохірургії, стоматології.

На сьогодні у світовій літературі недостатньо досліджень з вивчення фізіологічних, біохімічних, молекулярних, фізико-хімічних механізмів дії наночастинок, їх впливу на функцію серцево-судинної, нервової, видільної, імунної систем, органів травлення. Значний теоретичний і практичний інтерес викличуть наукові розробки щодо встановлення біофізичних механізмів дії наночастинок на функцію органів і систем організму, різних клітин, їх мембран, мітохондрій, рибосом, ферментів, ДНК, РНК” [9, 66-67].

**Мета** статті – охарактеризувати стан розробки та впровадження нанотехнологій в Україні, визначити їх важливість для подальшого розвитку країни в контексті інноваційної моделі економіки.

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 цих нанопрепаратів з метою опрацювання методів лікування таких важких захворювань, як злоякісні 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 взаємодії наноструктур із організмом людини та зовнішнім середовищем [4, 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 наноструктур. Протягом останніх років було здійснено прорив у дослідженні, розробці та промислового освоєнні напівпровідників. Серед технологій, які використовувалися для досягнення унікальних фізичних властивостей нових матеріалів – молекулярна й рідинно-фазна епітаксія (МВЕ, LPE), газотранспортних реакцій і атомно-шарової епітаксії, хімічна й МОС-гідридна (МОСVD) епітаксія, в зв'язку з інтенсивним розвитком яких на перший план висуваються питання генераційно-рекомбінаційних, фотоелектричних, оптичних та випромінювальних явищ на межах розділу тонких шарів, у приповерхневих ділянках об'ємного просторового заряду та в тонких нанощарах чи квантово-розмірних структурах з характерними розмірами окремих прошарків і активних ділянок, що не перевищують сотень і навіть десятків ангстрем, де формуються функціональні (експлуатаційні) параметри матеріалів та приладів 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. Багат шаровість сучасних приладових структур оптоелектроніки вимагає нових фізико-технологічних підходів до оптимізованої практичної реалізації сучасних приладів мікро- та наноелектроніки з покращеними функціональними параметрами [10, 4]. Проведений комплекс робіт, об'єднаних ідеєю створення сучасної промислової бази оптоелектронних телекомунікаційних систем і мереж, призвів не тільки до розробки нового класу елементів і систем оптоелектроніки, але й закріпив 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 використовують наномасштабні явища і процеси, що породжують зовсім нові й 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, 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 розширюються. Нині в світі зареєстровано і випускається промисловістю понад 2000 найменувань наноматеріалів. Деякі з них вже досить давно непомітно для нас увійшли в побут, зокрема такі, як діоксид титану, що використовується у косметичних засобах, наносрібло, котре застосовують з метою знищення мікроорганізмів у контейнерах для зберігання їжі, в освіжувачах повітря, у взуттєвих устілках і пральних машинах [11, 17]. Звичайно, за умови інтенсивного 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 займаються вивченням потенціального 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 належить й наногігієна харчування, безперервно розширюється [6, 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 пасти, різних емульгаторів тощо [6, 8]. У Київському Національному університеті харчових технологій інтенсивно проводяться дослідження наноструктури 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 напрямках електронної техніки, напівпровідникових матеріалів, гібридних наноконструктивів. У галузі харчових технологій нанонаука лише зароджується [5, 2]. Тому необхідне створення довгострокової комплексної програми фундаментальних досліджень 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 лідирувати на світовому ринку за такими напрямками у сфері нанотехнологій, як суперконденсатори, синтез порошків, біоімплантати, біомаркери, аморфні матеріали, мембрани різного призначення та матеріали тертя. Зробивши ці напрямки пріоритетними, Україна отримає можливість суттєво розширити високотехнологічний сектор економіки. Застосування нанотехнологій

у медицині, сільському господарстві та охороні навколишнього 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-навчальних 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. На думку 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 швидко модернізацію відсталих галузей на базі нанотехнологій. Успішні ж країни Заходу можуть у цей час на тривалий період залишатися в перехідному стані, оскільки їх господарські системи обтяжені очікуванням 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 культу розкоші іншими мотиваційними комплексами. Водночас необхідно подолати тенденцію до зрощення великого бізнесу з владою та корупцію, а також фаворитизм [8, 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 спрямованість 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 наноіндустрії 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 наноматеріалів 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 навколишнього 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 компетенції з нанотехнологій”, 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, 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 розвитку 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 проєктів найімовірніше будуть США, Німеччина і Японія. Співпраця може виявитися дуже вигідною, якщо держава буде фінансувати її за умови належного менеджменту з боку України. У цих же країнах доцільно провести стажування з нанотехнологій великої кількості молодих дослідників з метою прискорення опанування новітніми технологіями [7, 29].

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 нанобіотехнологій і розвиток матеріалознавства для медицини (біоматеріали, сумісні з людським організмом), створення комплексу інструментів і елементів

пристроїв 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, 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.

### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Держкомінформнауки: У сфері нанотехнологій Україна здатна досягти значно вищих результатів [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : <http://www.fin.org.ua/news/824675>. – Заголовок з екрану.
2. *Зубарев В. В.* Стратегічні питання забезпечення науково-технологічної безпеки України та шляхи їх вирішення / В. В. Зубарев, П. П. Скурський, О. Ф. Величко // Наука і оборона. – 2009. – № 3. – С. 18-25.
3. *Козырев С. В.* Нанобиотехнологии – панорама направлений / С. В. Козырев, П. П. Якуцени // Российские нанотехнологии. – 2008. – Т. 3. – № 3-4. – С. 8-11.
4. *Патон Б.* Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти / Б. Патон, В. Москаленко, І. Чекман, Б. Мовчан // 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.* Перспективи впровадження нанотехнологій і наноматеріалів у харчовій промисловості, їх гігієнічна оцінка та актуальні завдання наоногієни харчування / М. Г. Проданчук, В. І. Слободкін, А. Є. Подрушняк, В. М. Левицька // 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. : НВЦ НБУВ, 2009. – С. 346-350.
8. *Розенфельд Л. Г.* Нанотехнології, наномедицина: перспективи наукових досліджень та впровадження їх результатів у медичну практику / Л. Г. Розенфельд, В. Ф. Москаленко, І. С. Чекман, Б. О. Мовчан // 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.* Мир материалов и технологий. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. – М. : Техносфера, 2008. – 352 с.

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

*В статье разработка и внедрение нанотехнологий рассматриваются в контексте инновационного развития страны.*

*Ключевые слова: цивилизация, нанотехнологии, инновация.*

***Kasyanov D. V. Development and implementation of nanotechnology in innovative economic model.***

*In this article the development and implementation of nanotechnology are considered in the context of the innovative development of the country.*

*Keywords: civilization, nanotechnology, innovation.*

***Колотило М. О.***

## **ФІЛОСОФСЬКЕ ОСМИСЛЕННЯ ІДЕЇ УНІВЕРСИТЕТУ В СОЦІАЛЬНО-ІСТОРИЧНІЙ ПЕРСПЕКТИВІ**

*У статті проведено аналіз соціально-історичного становлення ідеї університету з часів зародження перших інституцій вищої освіти до сучасності. Увага акцентована на розгляді сучасних провідних моделей університету. Запропоновано авторський погляд на ідею університету, яку має втілювати в життя ця інституція освіти в умовах сучасної світової кризи.*

*Ключові слова: ідея університету, класичний університет, сучасний університет, глобалізація, ситуація постмодерну, культуру відповідність.*

Нині система освіти є своєрідним дзеркалом, в якому відбиваються всі протиріччя сучасної епохи. У ході світових глобалізаційних процесів значним чином було трансформовано знання, оскільки його виробництво відбувається лише тоді, коли завчасно відомо, що воно буде затребуваним та ефективним. Таким чином змінюється і навчальне знання, що пропонують заклади вищої освіти в цілому та університети зокрема. У соціально-історичному контексті ідея університету як місця акумулювання та поширення знань, пошуку істини та формування наукового пізнання зіткнулася з ідеєю університету як простору для бізнесу та підприємництва.

Відомо, що університет упродовж восьми століть свого розвитку