



УДК 330.341.1:346.7

Саліхова О.Б., д-р екон. наук
провідний науковий співробітник Інституту економіки
та прогнозування НАН України

ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА У СФЕРІ НАНОНАУКИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ З УРАХУВАННЯМ ОРІЄНТИРІВ ЄС

Проаналізовано директивні документи ЄС щодо політики в сфері нанонауки та нанотехнологій. На прикладі Німеччини продемонстровано державну підтримку розвитку національної наноіндустрії та її результати, оцінено коло інституцій, технологічні напрями досліджень і галузі економіки, на інноваційні потреби яких вони орієнтовані. Визначено установи НАН України, чий нанотехнологічний інноваційні продукти зорієнтовані на національне господарство, виявлено диспропорції у державному замовленні на підготовку спеціалістів, здатних генерувати нові знання, продукувати, адаптувати та використовувати передові технології. Встановлено найбільш затребувані бізнесом сектори нанонауки. Запропоновано авторське бачення ключових орієнтирів державної підтримки розвитку нанонауки та нанотехнологій в Україні: розвиток фундаментальних знань, активізація технологічних інновацій та їхня комерціалізація, дотриманням соціальної відповідальності в процесі розвитку нанотехнологій.

Ключові слова: нанотехнології, наноматеріали, відповідальне проведення нанонаукових та нанотехнологічних досліджень, державна політика.

JEL: H54

Вступ

Сьогодні уряди багатьох країн розглядають нанотехнології як важливий інструмент майбутнього зміцнення конкурентоспроможності промисловості, а також підвищення можливостей управління глобальними проблемами суспільства, пов'язаними з обороною та безпекою, енергетикою, навколишнім середовищем, здоров'ям та забезпеченням продуктами харчування. З огляду на це нанотехнології (поряд із біотехнологіями) стали одним із інтенсивно зростаючих напрямів досліджень у XXI ст.

Увага до розвитку цього науково-технологічного напрямку обумовлена тим, що нанотехнології здатні самостійно або спільно з інноваціями в інших галузях впливати на різні сторони життя суспільства, оскільки вони пов'язані з дослідженнями та використанням атомів і молекул для конструювання матеріалів, компонентів і систем з поліпшеними або новими властивостями. Це закладає новий, вельми значний потенціал для створення високої доданої вартості в економіці, відкриваючи багато нових можливостей для бізнесу. Підприємницька діяльність, по-перше, може бути пов'язана з продукуванням сировини для наноматеріалів, по-друге, – з виробництвом наноматеріалів, по-третє, – з використанням наноматеріалів при виробництві інших видів продукції.

Стратегічні орієнтири ЄС стосовно розвитку нанонауки і нанотехнологій

Усвідомлення ролі нанотехнологій спонукало уряди багатьох країн до розроблення національних нанотехнологічних стратегій. Німеччина, Велика Британія, Ірландія і Нідерланди є прикладом європейських держав, де започатковано нанотехнологічні ініціативи та визначено відповідні стратегічні плани. Слід зазначити, що хоча для членів Євросоюзу окреслені спільні інноваційні пріоритети, розбіжності у системі



національних прерогатив вплинули і на організаційний механізм розроблення цього документу, і на способи реалізації цих пріоритетів, а також визначення ролі держави в процесі втілення планів розвитку нанотехнологій у життя.

Поштовхом до формування державної політики різних країн у сфері нанонауки та нанотехнологій у Європі стало комюніке Єврокомісії "На шляху до європейської стратегії нанотехнологій", презентоване у 2004 р. [1]. Там міститься заклик до зміщення дискусії про нанонауку і нанотехнології на рівень офіційних органів влади, а також до розроблення загальної, інтегрованої стратегії їхнього розвитку. Наступним кроком стала доповідь ЄС "Нанонаука і нанотехнології: план дій для Європи 2005–2009 рр." [2], де визначено низку чітких, взаємопов'язаних заходів з реалізації стратегії надійних, безпечних та інтегрованих нанонаук і нанотехнологій.

Вони знайшли своє відображення в ході реалізації 6-ої та 7-ої Рамкових програм ЄС з наукових досліджень, де нанотехнології визначено одним із пріоритетних напрямів робіт. Примітно, що цей напрям представлений не тільки у спеціалізованій програмі "Нанонаука, нанотехнології, матеріали та нові технології виробництва", але й у програмах "Енергія", "Здоров'я" та "ІКТ".

Проте в процесі реалізації нанотехнологічних пріоритетів перед Європою постали нові проблеми, пов'язані з юридичними, соціальними, етичними та іншими аспектами цієї сфери діяльності. Тому дослідивши законодавство ЄС з метою визначення придатності існуючих правил до викликів потенційних ризиків наноматеріалів, Єврокомісія констатувала, що термін "наноматеріали" конкретно не згадується в жодному законодавчому документі ЄС [3]. У своїй резолюції щодо нормативно-правових аспектів наноматеріалів, Європарламент закликав серед іншого запровадити у законодавстві ЄС наукове визначення наноматеріалів [4].

Присвячена цьому питанню базова доповідь Об'єднаного дослідницького центру Єврокомісії під назвою "Принципи дефініції наноматеріалів для цілей регулювання" [5] наголосила, що визначення наноматеріалів має враховувати частки наноматеріалів, відповідати законодавству ЄС і корелювати з іншими нормативними підходами, що застосовуються у світі. Величина, на думку експертів, має стати єдиною конститутивною характеристикою визначення, що вимагає встановлення чітких меж шкали нанорівня.

Враховуючи напрацювання Центру, Єврокомісія підготувала рекомендації щодо визначення наноматеріалів, яке слід враховувати державам – членам ЄС, союзним органам і господарюючим суб'єктам при запровадженні та реалізації законодавства, політики і програм, пов'язаних з продуктами нанотехнологій [6]. Відповідно до цього документа під "наноматеріалом" слід розуміти природний, виготовлений та супутній (побічний) матеріал, котрий містить частки (у вільному стані, у вигляді сукупності або агломерату), щонайменше 50% яких (у числовому розподілі за розміром) мають один або більше зовнішніх габаритів у діапазоні від 1 нм до 100 нм. В окремих випадках, коли це виправдано міркуваннями збереження довкілля, охорони здоров'я та безпеки, конкурентоспроможності, межа 50%, встановлена для розподілу за розміром, може бути замінена інтервалом від 1 до 50%.

Задекларовані Україною європейські стратегічні орієнтири вимагають від уряду країни узгодження національних заходів із законодавчою базою ЄС не тільки в сфері термінології у галузі нанотехнологій, але й у забезпеченні відповідального розвитку цієї галузі знань. З цією метою Євросоюзом запроваджено Кодекс ЄС з відповідального проведення досліджень у сфері нанонауки і нанотехнологій та підготовлено відповідні рекомендації [7]. При прийнятті проектних рішень і реалізації власних стратегій сталого розвитку досліджень у сфері нанонауки і нанотехнологій держави – члени ЄС мають керуватися загальними принципами Кодексу. Єврокомісія також рекомендує вважати ці принципи і вказівки невід'ємною частиною організаційного механізму забезпечення якості досліджень та включати їх у національне законодавство та процедури контролю й оцінки, які здійснюють національні державні органи. Кодекс ЄС включає такі сім принципів.



Інноваційні трансформації економічного розвитку

Сенс. Науково-дослідна діяльність у сфері нанонауки і нанотехнологій має бути зрозуміла громадськості, а також узгоджуватись з основоположними правами та здійснюватися як в інтересах окремої людини, так і в інтересах суспільства загалом.

Стійкість. Науково-дослідна діяльність у сфері нанонауки і нанотехнологій має бути безпечною, відповідати етичним нормам і здійснювати внесок у стійкий розвиток суспільства. Вона не повинна завдавати шкоди людям, тваринам, рослинам і довкіллю ні зараз, ні в майбутньому.

Застереження. Науково-дослідна діяльність у сфері нанонауки і нанотехнологій повинна здійснюватися відповідно до принципу застереження (враховуючи можливі впливи нанонауки і нанотехнологій на навколишнє середовище, здоров'я і безпеку) і мають вживатися необхідні заходи безпеки.

Залучення. Управління науково-дослідною діяльністю в сфері нанонауки і нанотехнологій повинно ґрунтуватися на принципах відкритості для всіх зацікавлених сторін, прозорості та поваги законних прав на доступ до інформації. Під час процесу прийняття рішень ця сфера має бути відкрита для участі всіх осіб, зацікавлених у цій діяльності та яких турбують результати науково-дослідної діяльності в сфері нанонауки і нанотехнологій.

Висока якість. Науково-дослідна діяльність у сфері нанонауки і нанотехнологій повинна відповідати високим науковим стандартам, у тому числі цілісності в дослідженнях і належної лабораторної практики.

Інноваційність. Управління науково-дослідною діяльністю в сфері нанонауки і нанотехнологій має забезпечувати максимальну креативність, гнучкість і можливість планування для підтримки інноваційного розвитку.

Відповідальність. Дослідники та наукові організації повинні нести відповідальність за наслідки своєї діяльності для суспільства, довкілля та здоров'я людей. Окрім цього, Кодекс містить також вказівки з дотримання зазначених принципів.

Як показало наше дослідження, політика ЄС у сфері нанотехнологій і заходи з регулювання цієї наукової сфери перебувають на початковому етапі розвитку і формуються під впливом публічних дискусій щодо можливих зисків і ризиків.

Підбиваючи підсумки реалізації настанов ЄС з розвитку нанотехнологій, зокрема, що містяться в 6-й Рамковій програмі, Оксфордська дослідна група і Австрійський інститут з дослідження малих і середніх підприємств зазначили, що заходи ЄС суттєво вплинули на розвиток нанотехнологій. Хоча Програма й не зумовила революційні зміни, поставлені цілі тією чи іншою мірою досягнуті: отримано нові важливі результати, напрацьована критична маса матеріалів, наголошено на екологічній складовій досліджень, з'явилося більше можливостей для кар'єрного зростання молодих фахівців, зросла кількість нанотехнологічно активних фірм. Проте, як і раніше, найбільш актуальним завданням залишається не накопичення нових знань, а комерціалізація нанотехнологій і залучення малих і середніх компаній до їхнього використання [8]. За результатами останнього опитування [9], у провідних країнах Європи працюють щонайменше 2,5 тис. нанотехнологічно активних фірм, а частка витрат бізнес-сектора на нанотехнологічні дослідження і розробки (ДіР) в окремих країнах перевищує 2% у загальних витратах на ДіР (табл. 1).

Зміцнити позиції нанотехнологій покликана нова програма ЄС – "Горизонт 2020", мета якої – підвищення загальної конкурентоспроможності та сталий розвиток Європи. Для її реалізації Єврокомісія визначила три пріоритетні сфери, одна з яких – промислове лідерство, що забезпечується збільшенням стратегічних інвестицій в існуючі й майбутні технології та послуги з цілеспрямованою підтримкою нанотехнологій [10].

Як видно з табл. 1, локомотивом розвитку нанонауки та нанотехнологій в Європі є Німеччина, яка також має найбільші державні інвестиції у цей сектор та найвищий рейтинг у патентуванні за цим напрямом [11] (табл. 2).



Таблиця 1

Нанотехнологічно-активні фірми в ЄС та їхні витрати на ДіР

Країна	Німеччина	Франція	Швейцарія	Італія	Бельгія	Ірландія	Чеська Республіка	Норвегія	Данія	Португалія	Словенія	Словацька Республіка
Роки	2010	2010	2008	2010	2011	2011	2011	2011	2011	2010	2011	2011
Разом нанотехнологічно активних фірм*	960	524	222	157	125	79	74	63	51	28	11	5
Спеціалізовані нанотехнологічні фірми**	250	108	65	47	14	..	27	..	4	1	3	3
Разом нанотехнологічні ДіР, млн дол. США за ПКС	1549,3	726,9	156,3	233,2	160	51,4	48,5	22,6	22,8	4,2	11,1	2,3
Середні витрати на нанотехнологічні ДіР на 1 нанотехнологічно активну фірму, млн дол. США за ПКС	1,6	1,4	0,7	1,5	1,3	0,7	0,7	0,4	0,4	0,2	1	0,5
Частка нанотехнологічних ДіР у загальних витратах на ДіР	2,7	2,3	2,0	1,8	2,7	2,3	1,6	0,9	0,5	0,2	1,1	0,7

* Нанотехнологічні фірми використовують нанотехнології для виробництва товарів і послуг та/або виконують нанотехнологічні ДіР.

** Спеціалізовані нанотехнологічні фірми продукують щонайменше 75% нанотехнологічних товарів і послуг або ДіР.

Джерело: складено автором за даними: Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.oecd.org.

Таблиця 2

Країни – лідери ЄС за продукуванням патентів у сфері нанотехнологій упродовж 2000–2010 рр.

Країна	Кількість патентів	Населення, 2009	Патенти на 100 тис. резидентів
Німеччина	3 730	82 002 356	4,55
Нідерланди	720	16 485 787	4,37
Швейцарія	314	7 701 856	4,08
Кіпр	20	796 875	2,51
Швеція	224	9 256 347	2,42
Франція	998	64 369 147	1,55
Велика Британія	942	61 595 091	1,53
Фінляндія	75	5 326 314	1,41
Данія	70	5 511 451	1,27
Австрія	87	8 355 260	1,04
Бельгія	110	10 753 080	1,02

Джерело: складено автором за даними: The European Nanotechnology Innovation Landscape [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.nano-connect.org/.

Державна підтримка нанонауки і нанотехнологій в Німеччині та її результати

Досвід Німеччини є прикладом грамотно вибудованої державної стратегії у сфері високих технологій і, зокрема, нанотехнологій, та дотримання обраного курсу, незважаючи на економічні кризові явища. Проведений нами аналіз заходів державної політики та їхньої результативності на базі даних Федерального міністерства освіти й наукових досліджень Німеччини (BMBWF) [12, 13] показав, що загальний обсяг коштів, спрямованих на розвиток нанонауки і нанотехнологій сягнув у 2011 р. **630,5 млн євро**. Цю суму становлять асигнування федеральних відомств і федеральних земель за проектним фінансуванням; інституційне фінансування ключових акторів національної інноваційної системи Німеччини, таких як: Німецького науково-дослідного співтовариства (DFG), Наукового товариства ім. Лейбніца (WGL), Об'єднання німецьких дослідницьких центрів ім. Гельмгольца (HGF), Товариства ім. Макса Планка (MPG), Товариства ім. Фраунгофера (FhG), а також надходження з інших джерел.

Аналіз тренду капіталовкладень свідчить, що протягом 10 років співвідношення проектного та інституційного фінансування в Німеччині суттєво зміни-



лось – якщо у 2002 р. наукові колективи певних установ базового фінансування отримували у півтора рази більше, ніж проектного, то у 2011 р. ці показники майже зрівнялися, що обумовлено більш швидкими темпами зростання асигнувань за проектами з досліджень і розробок (ДіР). Тренди інституційного фінансування демонструють двократне зростання показника протягом 2002–2011 рр. до 279,3 млн євро (рис. 1).

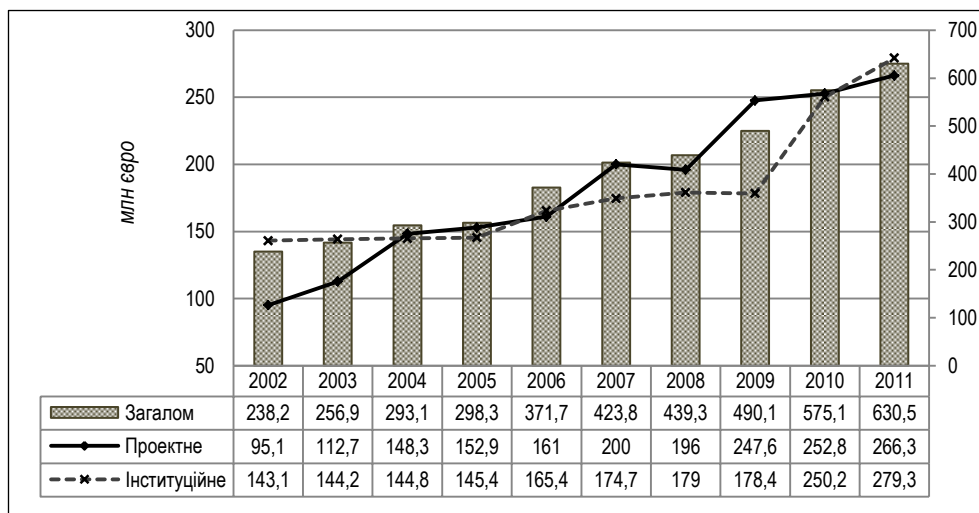


Рис. 1. Динаміка фінансування нанотехнологічних ДіР у Німеччині

Джерело: складено автором за даними: nano.DE-Report 2013 [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de; Nanotechnologie erobert Märkte [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de.

Обсяги проектного фінансування нанотехнологічних ДіР у Німеччині збільшились з 2002 р. утричі – у 2011 р. вони сягали 266,3 млн євро. Найбільший стрибок зростання асигнувань на нанотехнологічні проекти спостерігався у 2009 р. (+26%) після лише двовідсоткового скорочення у кризовому 2008 р. Домінуючі позиції у наданні проектного фінансування нанотехнологічним ДіР посідає ВМВФ. Якщо у 1998 р. за цим напрямом досліджень ВМВФ асигнувало 27,6 млн євро, у 2011 р. цей показник збільшився у вісім разів і становив уже 221,6 млн євро. На наш погляд, це є свідченням того, що науковці країни почали набагато активніше подавати проектні пропозиції, реалізація яких потребувала цільових коштів у рамках затверджених програм (переважно середньострокових).

У результаті активної державної фінансової підтримки цього технологічного напрямку зросла чисельність господарюючих суб'єктів, котрі в бізнес-діяльності застосовують нанотехнології. У 2011 р. 1135 німецьких компаній із загальною чисельністю зайнятих близько 70000 осіб використовували нанотехнології для виробництва товарів і послуг та/або виконують нанотехнологічні ДіР (960 з них беруть участь в опитуваннях ОЕСР, див. табл. 1). Третина працюючих зосереджена у секторі наноелектроніки, чверть – у виробництві приладів для наномедицини та аналітики й близько 20% пов'язані з наноречовинами й наноматеріалами. Загальний обсяг продажів німецьких нанотехнологічних компаній згідно з оцінками звіту за 2013 р. становить близько 15 млрд євро [12], що на 2 млрд євро більше за показник 2010 р.

На 01.09.2014 р. у секторі нанотехнологій діють 2252 інституції [14], розташовані в усіх Федеральних землях Німеччини (рис. 3). Серед них представники малого та середнього бізнесу (37,3%), університетські інститути (26,9%), великі підприємства (12,6%), науково-дослідні центри (8,6%), партнерські мережі (8,3%), фінансові установи (3,3%), державні організації (1,6%), профільні асоціації (1,2%), а також засоби масової інформації та музеї (0,4%).

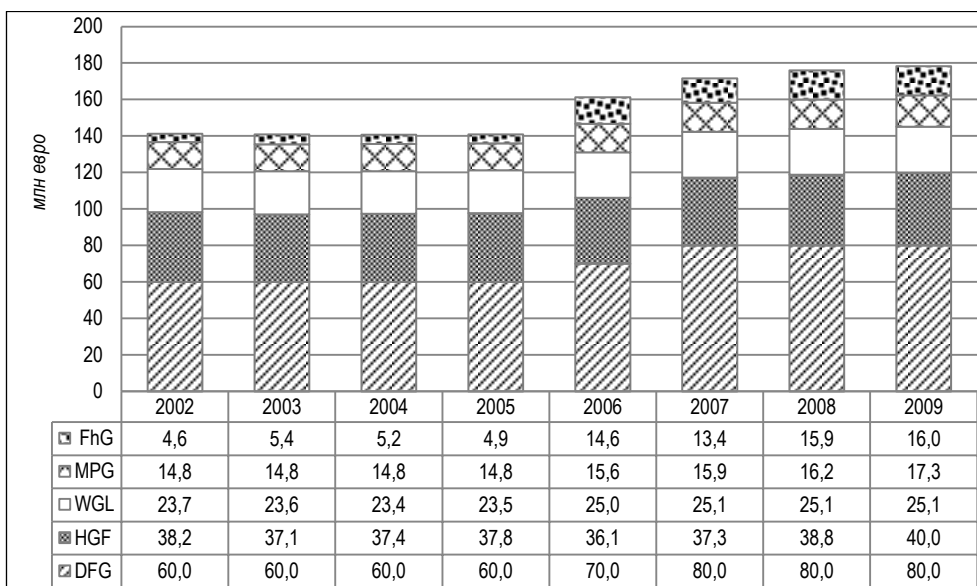


Рис. 2. Динаміка інституційного фінансування нанотехнологічних ДіР ключових наукових установ Німеччини

Джерело: складено автором за даними: nano.DE-Report 2013 [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de; Nanotechnologie erobert Märkte [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de.

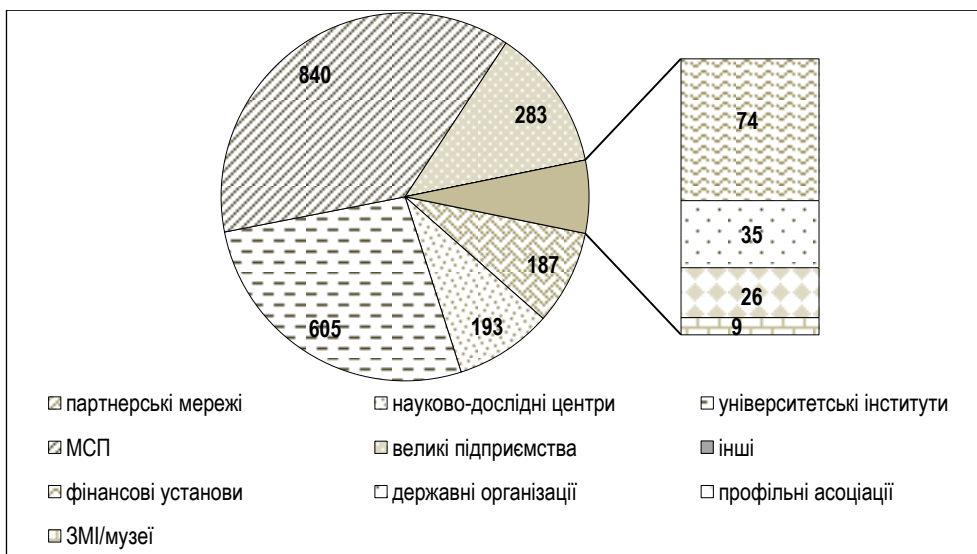


Рис. 3. Структура інституцій нанотехнологічного сектора Німеччини за видами, од.

Джерело: складено автором за даними: Kompetenzatlas Nanotechnologie in Deutschland [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.nano-map.de.

Реалізація зазначеної вище діяльності базується на здобутках таких технологічних напрямів, як наноаналітика, нанобіотехнології, нанопокриття, наноелектроніка, наноматеріали, нанооптика, наноструктурування, наносистеми і сенсори, а також супутніх і міждисциплінарних досліджень. Представники індустрії – МСП і великі підприємства – працюють в усіх технологічних напрямках. Проте найбільша їхня кількість зосереджена в сфері наноматеріалів і нанопокриття, де результати мають найвищий ринковий попит.

За результатами нашого дослідження реципієнтів інноваційних нанотехнологічних продуктів, третина інституцій нанотехнологічної індустрії Німеччини сьогодні орієнтована на задоволення потреб хімічної промисловості та на створення нових матеріалів (рис. 4). Предметними сферами їхніх досліджень є: адгезиви та герметики; каталізатори; хімічні покриття; барвники, фліси, мембрани; електрохімічні продукти; матеріали для електронних приладів; рідини, емульсії, дисперсії; металічні та керамічні матеріали; полімери; смарт-матріали тощо.

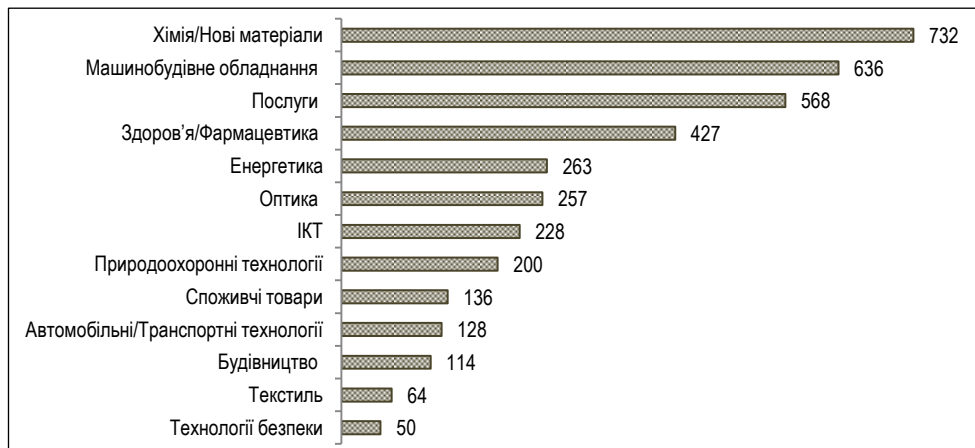


Рис. 4. Розподіл інституцій сфери нанотехнологій Німеччини за сферами, на інноваційні потреби яких спрямована їхня діяльність

Джерело: складено автором за даними: Kompetenzatlas Nanotechnologie in Deutschland [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.nano-map.de.

Розвитком машинобудівного обладнання – провідного сегмента промисловості країни – на базі здобутків нанонауки та нанотехнологій опікуються 636 інституції. До кола їхніх проблемних питань належать: поверхнева обробка, технології силових установок, виробничі технології, наноаналітичні прилади, літографія, обладнання з нанесення покриттів, вимірювальні прилади, сенсори тощо. На інноваційному розвитку фармацевтики та охорони здоров'я зосереджені 427 господарюючих суб'єктів. Їхня діяльність переважно пов'язана з нанотехнологічними дослідженнями для діагностичних цілей, регенеративної та терапевтичної медицини, вдосконалення медичних технологій. 263 інституції вирішують такі завдання енергетики, як: електрохімічне акумулювання енергії; передача енергії; створення паливних елементів; накопичення та трансформація фотоелектричної та термоелектричної енергії тощо. На забезпечення нанотехнологічних інновацій у сфері оптики спрямована діяльність 257 інституцій, які займаються проблемами інтроскопії; промислової оптики; джерелами світла та пристроями відображення; оптичним зв'язком тощо. Інноваційні продукти для запам'ятовування, зберігання та передачі даних; щодо технологій відображення інформації; процесорів та логічних схем створюють 228 інституцій, орієнтованих на потреби сектора ІКТ. У галузі охорони навколишнього середовища 200 установ працюють над проблемами використання нанотехнологій у природоохоронних технологіях, котрі пов'язані з агрономією та захистом культур; переробкою відходів; зондуванням навколишнього середовища; попередженням забруднення і контролем над ним, послабленням його негативного впливу на довкілля; очищенням води. Питаннями споживчих товарів займаються 136 компаній, які за допомогою нанотехнологій вдосконалюють оптику; косметику; електроніку; продукти харчування; вироби зі скла, упаковку; спорттовари, вуличний одяг та інвентар. Нанотехнологічний розвиток автомобільного, аерокосмічного, залізничного, водного транспорту, а також інших видів транспортування забезпечують 128 інституцій. Нанотехнологічні продукти для будівництва, зокрема, засоби освітлення;



матеріали для покриття, фасаду та ізоляції; нові протипожежні системи; масивні будівельні матеріали; смарт-скло, продукують 114 інституцій. Потреби текстильної промисловості, зокрема, в інноваційних нанотехнологічних продуктах для виробництва одягу; смарт-текстилю; технічних тканин тощо, забезпечують 64 інституції. Півсотні установ працюють над новими технологіями безпеки, пов'язаними зі знезаражуванням; системами виявлення; індивідуальним захистом; охороною виробів тощо. Ефективному функціонуванню інституцій наноіндустрії сприяє доволі значна кількість установ (568), які надають послуги з консультування, оформлення дослідницьких контрактів, фінансування, трансферу технологій, оцінки ризиків, продажу та маркетингу у сфері нанотехнологій.

Із викладеного вище зрозуміло, що оволодіння нанотехнологіями уряд країни розглядає як життєву необхідність для економіки та безпеки держави, адже отримані результати інтегруються в ті галузі промисловості, які становлять економічний фундамент країни та зміцнюють її лідируючі позиції на світовій арені.

Концептуальні засади створення ефективної державної політики у сфері нанонауки та нанотехнологій в Україні

Перед Україною сьогодні постала низка зовнішніх і внутрішніх викликів. Значною мірою відповідь на них – це термінові заходи держави щодо форсованої модернізації вітчизняної індустрії та прискореного економічного зростання. Однією з передумов майбутньої конкурентоспроможності української промисловості, а відповідно й розвитку економіки та суспільного благополуччя є розбудова вітчизняного науково-технологічного потенціалу у сфері нанотехнологій та його всебічне використання. Водночас державна політика у сфері нанотехнологій сприятиме вирішенню не тільки національних, але й глобальних проблем, пов'язаних з обмеженим доступом до екологічно безпечної енергії, їжі та чистої води; ефективною системою охорони здоров'я; зміною клімату і охороною довкілля.

В умовах економічної кризи та тотальної нестачі фінансових ресурсів в Україні вкрай гостро стоїть питання не тільки кількості, але й якості державних витрат на дослідження і розробки (ДіР) у сфері нанотехнологій, що вимагає оптимізації ресурсів держави, спрямованих на розвиток цього напрямку знань.

При визначенні пріоритетних (для державного фінансування) напрямів досліджень насамперед необхідно враховувати потреби галузей – потенційних реципієнтів нанотехнологій і наноматеріалів, головним чином тих, у яких є потенціал для досягнення успіху, а також накопичено досвід: створено інфраструктуру та є ресурси, що створює переваги. Водночас дослідження у сфері нанотехнологій мають охоплювати соціальні аспекти поширення їхніх результатів. Великою суспільною проблемою залишається нестача знань про вплив нових речовин на здоров'я і довкілля. Через це окрему увагу держава має приділити отриманню знань про рівень впливу інноваційних нанотехнологічних продуктів та їхні потенційні загрози. Необхідні надійні й достовірні оцінки ризиків та розроблення відповідних заходів регламентування, які забезпечать захист здоров'я і довкілля. Їхні результати мають стати предметом діалогу з суспільством, адже відсутність популяризації здобутків наноіндустрії, роз'яснень щодо можливого негативного впливу наноматеріалів (наночастинок) на здоров'я людини і навколишнє середовище може стати суттєвою перешкодою для імплементації нанотехнологій у виробництво та їхнього використання соціумом.

Для започаткування державних ініціатив щодо розвитку нанонауки необхідне розуміння, що нанотехнології є технологічною галуззю, яка ґрунтується на знаннях, отриманих різними науковими дисциплінами. Тому результативність інвестицій в розвиток нанонауки багато в чому залежить від базового розвитку знань і досвіду, що накопичується у вітчизняних академічних школах. Оскільки лівова частка необхідних знань продукується в інших країнах, очевидно, що для української наукової спільноти велике значення має зміцнення міжнародних зв'язків для отримання актуальної наукової інформації з-за кордону.



Через те, що вітчизняна наукова база не розвивається належним чином, як констатують фахівці у сфері нанотехнологій [15], досить складно досягти кінцевої мети, коли інноваційні продукти сприятимуть створенню високої доданої вартості. Серед ключових проблем – мізерне фінансування на рівні 1,5–2 млн дол. у кращі роки. Державна цільова науково-технічна програма "Нанотехнології і наноматеріали" фінансувалася за роки її існування на рівні, меншому ніж 12% від необхідного обсягу. Ще одна перешкода – відсутність сучасного технологічного устаткування і все ще слабка база устаткування дослідницького. Для закупівлі його за кордоном бракує грошей, для конструювання та виготовлення самотужки – кадрового конструкторського потенціалу, а також виробничих потужностей із виготовлення власного науково-технічного устаткування.

Незважаючи на це, фахівці Національної академії наук України впродовж багатьох років проводили фундаментальні та прикладні дослідження, пов'язані з розробками у сфері нанотехнологій. Відповідно до звітів наукових установ НАН України за 2012 р. в Україні є нанотехнології та нанотехнологічні інноваційні продукти, зорієнтовані на потреби національного господарства і які вже застосовані на практиці. Це розробки Інституту хімії поверхні ім. О.О.Чуйка НАН України, Інституту експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.С.Кавецького НАН України, Донецького фізико-технічного інституту ім. О.О.Галкіна НАН України, Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І.Веркіна, Інституту прикладних проблем фізики і біофізики НАН України, Науково-технологічного центру "Реактивелектрон" НАН України, відділення ядерної фізики та енергетики Навчально-наукового центру "Фізико-хімічне матеріалознавство" Київського національного університету імені Тараса Шевченка та НАН України, Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України, Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М.Бакуля та інших.

Проте ключові фахівці галузі наголошують на необхідності створення умов для зацікавленості бізнесу в розвитку української науки задля зростання конкурентоспроможності українських товарів і перспективного розвитку економіки та промисловості України [16].

Отже, проблема впровадження інновацій та комерціалізації надзвичайно гостро стоїть і в Європі, і в Україні. Для цього в рамках державних ініціатив необхідно розширювати напрями науки академічної і вищої школи, орієнтуючи ці заклади на виконання прикладних і дослідно-конструкторських розробок. Окремим завданням для уряду має стати відновлення та розвиток галузевої, виробничо орієнтованої науки. Це дозволить на останніх стадіях досліджень залучати кошти приватних інвесторів, а отже, сприяти прискореному впровадженню інноваційних продуктів. Однак в Україні ще значний час держава повинна брати основний тягар фінансування розвитку нанотехнологій на себе. Зважаючи на результати дослідження кращого світового досвіду та українських реалій, слід зазначити, що запорукою ефективності вкладених державних коштів, на нашу думку, є дотримання у державній політиці таких базових настанов.

По-перше, це розвиток фундаментальних знань. Держава та уряд повинні зробити все можливе для прориву в наноауці та нанотехнологіях, орієнтованих на вирішення проблем оборони і безпеки, енергетики, навколишнього середовища, охорони здоров'я, сільського господарства та харчової промисловості, ІКТ, біотехнологій і сучасних матеріалів, а також створювати можливості для залучення науковців до виконання міжнародних науково-технічних програм.

По-друге, це активізація технологічних інновацій та їхня комерціалізація. Для заохочення інноваційної діяльності та комерціалізації нанотехнологій уряду країни необхідно:

- визначити пріоритети розвитку національної промисловості;
- створити механізми інформування промислових підприємств та органів влади стосовно розробки та використання нанотехнологій;
- запровадити інструменти активізації технологічних інновацій у промисловості;



- впровадити європейські та міжнародні норми технічного регулювання і стандартизації в галузі нанотехнологій;
- сприяти участі вітчизняного бізнесу в міжнародному науковому співробітництві, в тому числі в програмах ЄС з досліджень та інновацій, а також участі у двосторонньому співробітництві з іншими країнами.

По-третє, уряд має слідкувати за дотриманням соціальної відповідальності в процесі розвитку нанотехнологій. Задля цього у державних програмах фінансування досліджень і розробок окрему увагу слід приділити дослідженням, пов'язаним з можливим несприятливим впливом на здоров'я людини, довкілля та безпеку життєдіяльності (охорона праці), а також з етичними, правовими та соціальними аспектами, передбаченими Кодексом ЄС з відповідального проведення досліджень у сфері нанонауки і нанотехнологій.

Реалізація зазначених вище настанов вимагає розроблення **Національної стратегії розвитку нанонауки та нанотехнологій України** та нової **Державної цільової науково-технічної програми "Нанотехнології та наноматеріали" на 2015–2025 роки**. Їхньою головною метою має стати не "створення наноіндустрії", як зазначено у поточній програмі [17], а посилення конкурентних переваг і забезпечення високої доданої вартості вітчизняної промисловості за рахунок широкомасштабного впровадження нанотехнологічних інновацій.

Якісно нова програма має допомогти зміцнити рівень компетенцій у вітчизняному науково-дослідному середовищі, підвищити активність наукових досліджень та їхню результативність, а також сприяти співпраці сектора вищої освіти і науки при залученні бізнесу. Зазначені вищі базові настанови реалізуються у програмі таким чином.

Розвиток фундаментальних знань.

Для розробки і застосування нанотехнологій потрібні *обширні наукові знання високої якості*. Держава має зміцнювати національну базу наукових знань у сфері нанотехнологій, підвищуючи її значення для бізнесу та суспільства. Основні дослідження і розробки доцільно проводити на базі декількох спеціалізованих дослідницьких платформ, котрі використовуватимуть міждисциплінарні напрацювання та необхідну інфраструктуру. Слід розглядати співробітництво з провідними міжнародними дослідними організаціями як вирішальний фактор для забезпечення доступу українських науковців до наукових знань і поліпшення якості вітчизняних досліджень та інновацій. Висока якість вітчизняної науково-дослідної діяльності у сфері нанотехнологій сприятиме широкому визнанню українських учених на міжнародному рівні та залученню іноземних інвестицій.

Велике значення для реалізації програми має *освітній фактор*, оскільки розвиток нанотехнологій є наукомісткою діяльністю, що представляє собою обмін інформацією між різними галузями знань, особливо з природничих наук і технологічних дисциплін, і вимагає залучення великої кількості співробітників, які володіють високим рівнем компетенції у галузі досліджень і розробок.

У чинній в Україні Програмі останнім, 31-м, завданням зазначається "Утворення науково-навчальних центрів для підготовки магістрів та аспірантів (спеціалізація "Нанотехнології" та "Наноматеріали") на базі чотирьох ВНЗ [17]. Проте проблему підготовки кадрів слід вирішувати не тільки з позиції технічних можливостей підготовки фахівців, але й з урахуванням наявності наукових шкіл, які демонструють високу наукову результативність у галузі нанотехнологій. Це стосується насамперед тих наукових установ, які залучені сьогодні до виконання Комплексної програми фундаментальних досліджень "Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології" НАН України. Серед них є 40 інститутів, які здійснюють теоретичні розробки та експериментальні дослідження у 14 найважливіших напрямках, а також розробляють методи та технології їхнього створення, котрі знаходять застосування у мікроелектроніці, фізиці і хімії поверхні, тонкоплівкових і порошкових технологіях, вироб-



Інноваційні трансформації економічного розвитку

ництві атомних і молекулярних моношарів, з'єднанні та зварюванні елементів конструкторської, каталізи, фізиці та хімії колоїдів і атомних кластерів, сорбентах різноманітного призначення, фізиці металів і сплавів із нанорозмірною структурою тощо.

Проте ключовим питанням при створенні такої освітньої бази залишається підготовка фахівців, компетенції яких будуть затребувані бізнесом і державним сектором для задоволення потреб в інноваціях і забезпечення відповідального технологічного розвитку.

Аналіз Постанов Кабінету Міністрів України щодо державного замовлення на підготовку фахівців, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів (післядипломна освіта) для державних потреб у 2010–2012 рр. [18, 19] показав, що в Україні *за бюджетні кошти спеціалістів у сфері економіки і права щорічно готують втричі більше, ніж фахівців з природничих та фізико-математичних наук, здатних генерувати нові знання, продукувати, адаптувати та використовувати передові технології, забезпечуючи інноваційний розвиток економіки* (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка випуску фахівців, підготовлених за держзамовленням у 2012–2013 рр.

Шифр галузі	Найменування галузі	2012		2013	
		Осіб	Частка*, %	Осіб	Частка*, %
0304	Право	14 332	4,3	17 870	5,7
0305	Економіка та підприємництво	32 656	9,9	38 431	12,3
0401	Природничі науки	12 991	3,9	12 860	4,1
0402	Фіз.-мат. науки	6 906	2,1	6 941	2,2

* Частка у загальній чисельності випускників за держзамовленням відповідного року.

Джерело: складено автором за: Постанова Кабінету Міністрів України "Про державне замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів для державних потреб у 2013 році" від 17 травня 2012 р. № 583 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon4.rada.gov.ua>; Постанова Кабінету Міністрів України "Про державне замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів для державних потреб у 2013 році" від 20 травня 2013 р. № 362 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon4.rada.gov.ua>.

Одна з головних причин мізерної кількості підготовлених фахівців зазначених спеціальностей – проблема їхнього подальшого працевлаштування в Україні, адже зараз вітчизняна наука та промисловість не можуть повноцінно скористатися їхніми знаннями та забезпечити відповідну заробітну плату. Тому очевидно, що академічний і освітній сектор мають разом із бізнесом розробити стратегію підготовки відповідних фахівців. Основними завданнями такої стратегії має стати підвищення інтересу до природничих наук і технологій, підвищення компетенції українських студентів у природничих науках, збільшення престижу отримання освіти на математичних, фізичних, хімічних та технологічних факультетах. Реалізація цих заходів стане важливим фактором для залучення кваліфікованих фахівців до розвитку нанотехнологій у майбутньому.

Окрім зазначеного вище, для проведення досліджень у сфері нанотехнологій потрібна розвинена *інфраструктура*, зокрема, складна й дорога техніка, а також можливість працювати в контрольованих умовах, у так званих "чистих зонах". Науковців необхідно забезпечити сучасним технологічним і дослідницьким устаткуванням не тільки за рахунок імпорту, але й шляхом відновлення на базі наукових установ конструкторських та інструментальних виробництв. Враховуючи унікальність та високу вартість устаткування, котре використовують у нанонауці, установам, що володітимуть ним, варто надавати статус Центрів колективного користування, доступних для дослідників освітнього сектора, галузевої науки та промисловості.

Очевидно, що деякі види лабораторій і устаткування є надто дорогими і сьогодні не можуть створюватися та експлуатуватися в Україні. В такому випадку вітчизняним вченим залишається використовувати можливості міжнародного співробітництва, посилюючи вітчизняні інвестиції в інфраструктуру за рахунок участі країни



у великих європейських науково-дослідних програмах. Така міжнародна інтеграція стане гарною платформою для фундаментальних досліджень, підбору фахівців та орієнтування проведення робіт в інтересах промисловості.

Технологічні інновації та їхня комерціалізація. Одним із пріоритетів у реалізації цього стратегічного напрямку є підвищення активності виробників у розробці та використанні нанотехнологій. Це вимагає запровадження державних механізмів активізації технологічних інновацій у бізнесі, а також посилення співробітництва між державною науково-дослідною базою і приватним сектором. Гарною основою для співпраці стосовно ДіР, у тому числі на міжнародному рівні, є створення промислових і науково-дослідних кластерів. Допомогти в цьому може створення системи заходів із поширення знань про можливості й обмеження нанотехнологій, що передбачає масовану інформаційну роботу державних органів із висвітлення технологічних перспектив і аспектів ризику.

Іншою важливою проблемою, котра потребує вирішення на державному рівні, є комерціалізація результатів ДіР у галузі нанотехнологій. Задля цього насамперед необхідно розробити механізм перевірки відповідності інноваційних продуктів технологій технічним регламентам і стандартам.

З метою стимулювання зростання інвестицій на стадії старт-апів, і, отже, в інтересах створення нових підприємств необхідно організувати відповідний національний фонд підтримки наноіндустрії.

Ключовою умовою комерціалізації, розвитку бізнесу та співпраці між різними суб'єктами є управління правами інтелектуальної власності. Це особливо актуально для галузей із тривалим періодом і великими капіталозатратами на дослідження та впровадження у виробництво – таких, як нанотехнології.

Державні організації, що надають підтримку бізнесу, маючи вихід на різні країни, повинні сприяти просуванню на зовнішніх ринках вітчизняних продуктів, виготовлених на базі нанотехнологій, – як шляхом інформаційної підтримки, так і організаційного забезпечення бізнес-контактів та кредитування експорту.

Як показують результати досліджень ОЕСР компаній, що займаються розробкою, виробництвом та продажем нанопродуктів [20], найбільша кількість патентів зафіксована стосовно наноелектроніки та наноматеріалів, відповідно, 38 та 25% загального патентування у цій сфері [20, с. 25]. Серед заявників домінує бізнес-сектор, зокрема транснаціональні корпорації, хоча найбільша питома вага нанотехнологічних патентів у загальному патентуванні припадає на університети.

Нами було здійснено структурно-динамічний аналіз нанотехнологічних патентних заявок, що надійшли з усіх країн світу до ЕРО в 2000–2010 рр., на базі даних Євростату [21]. Результати підтвердили наведені вище висновки фахівців ОЕСР – перші дві сходинки посідають нанотехнології для матеріалів та поверхонь (37,11%) і також нанотехнології для обробки, збереження та передачі інформації (25,9%) (рис. 5). Примітно, що й при аналізі наноіндустрії Німеччини виявлено, що МСП і великі підприємства значною мірою орієнтовані на дослідження в сфері наноматеріалів та нанопокриття.

Така ситуація обумовлена в першу чергу технологічними аспектами, зокрема, існуванням двох методологічних підходів до формування наноструктур: низхідного (top-down approach) та висхідного (bottom-up approach). Бізнес-сектор працює у низхідному сегменті, що є нанорізновидом традиційних технологій, які широко застосовуються у мікроелектроніці. Цей шлях є оптимальним для вирішення основної задачі бізнесу – поліпшення продукції в традиційних галузях промисловості задля посилення конкурентних переваг і виходу на нові ринки. Водночас висхідний підхід орієнтований на створення нових матеріалів через маніпуляцію окремими атомами шляхом застосування хімічного синтезу, контрольованої самозборки та позиційної зборки. У зв'язку з високою науковістю і складністю тиражування цей підхід притаманний насамперед академічній науці.

З огляду на це вітчизняний бізнес необхідно зорієнтувати на низхідний підхід у розвитку нанотехнологій, поєднуючи останні з поступовим поліпшенням традиційних технологій. Вітчизняна промисловість досі мало виробляє принципово нової продукції, ще менше – продукції на основі нанотехнологічних рішень. Для розуміння підприємствами вигід від нанотехнологій їм необхідні відповідні компетенції.



Рис. 5. Структура патентних заявок до ЕРО за категоріями нанотехнологій у 2000–2010 рр., %

Джерело: складено автором за даними: Nanotechnology patent applications to the EPO by priority year at the national level [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>.

Водночас співпраця науки й бізнесу може наштовхнутися на проблему подальшого використання в наукових дослідженнях об'єктів інтелектуальної власності. Важливу роль у таких випадках в усьому світі відіграють стартапи.

Соціально-відповідальний технологічний розвиток. Важливим аспектом у розвитку нанонауки та нанотехнологій в Україні є розширення знань про можливі несприятливі впливи на здоров'я людини, навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності. Широкий спектр знань, законодавче регулювання та державні інститути створюють основу, що може сприяти відповідальному розвитку нанотехнологій в Україні. Безпека праці, а також етичні, правові й соціальні аспекти є основними сферами, пов'язаними з потенційним впливом наноматеріалів і необхідністю регулювання їхнього застосування.

Наноматеріали потенційно можуть несприятливо впливати на здоров'я людей. Їхні наслідки можуть відчувати як працівники підприємств, пов'язаних з продукуванням та застосуванням наноматеріалів, так і споживачі різних продуктів. Люди можуть піддаватися впливу наночастинок через дихання, шкіру та їжу. Відмінності в розмірах, формі, зміні й поверхневих характеристиках зумовлюють ступінь проникнення частинок в тіло і тяжкість ураження різних органів, таких як легені, серце і судинна система.

Оскільки сфера нанотехнологій є відносно новою й існує чимало труднощів із підготовкою проб і методик аналізу, наразі проводиться дуже мало міжнародних досліджень, пов'язаних із вивченням поведінки наноматеріалів у зовнішньому середовищі. Проте існує необхідність реалістичного вивчення стану наноматеріалів у природних умовах і в харчовому ланцюзі. Для України як активного виробника харчових продуктів ці дослідження мають особливе значення задля уникнення випадкового впливу наноматеріалів на сільське, морське, лісове та інші господарства.



Декілька міжнародних експертних організацій останніми роками проводили роботу з оцінки, наскільки існуючі методики й бази даних придатні для аналізу наноматеріалів. У 2004 р. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) виступила з ініціативою щодо розроблення добровільних стандартів, які охоплюють термінологію, методи вимірювання, оцінку безпеки та технічні характеристики матеріалів у цій галузі. Діяльність ISO, безумовно, матиме вплив на подальший розвиток українських нанотехнологій. Це вимагатиме організації спеціальної стандартизаційної комісії з нанотехнологій із представників галузей промисловості, науки, органів влади, профспілок, страхового бізнесу України.

Отже, для задоволення потреби в знаннях про вплив наноматеріалів на здоров'я людини і довкілля протягом тривалого часу необхідні додаткові дослідження різних характеристик наноматеріалів, їхнього впливу на живі організми у навколишньому середовищі.

Розмаїтість різних наноматеріалів, заснованих на нанотехнологіях, розроблених за межами України, та необхідність їхньої стандартизації зумовлює велике значення міжнародного співробітництва. Подальші зусилля тут повинні включати участь у міжнародних заходах, пов'язаних з оцінками та управлінням ризиками і невизначеностями.

Наразі широко ведуться міжнародні дискусії про те, як найкращим чином здійснювати регулювання використання наноматеріалів, як їх слід ідентифікувати і яким чином розробляти принципи безпеки. Такі обговорення проходять переважно в ЄС. Основна увага оцінкам ризиків застосування наноматеріалів приділяється в таких країнах, як Франція, Велика Британія, Бельгія та Німеччина. У Франції введено національну схему обов'язкової реєстрації, що набрала чинності з 2013 р. Можливість уведення такої ж схеми розглядається в Бельгії та Італії. У Данії ініційовано проект стосовно створення бази даних препаратів, що містять наноматеріали. Європарламент відхилив оцінку Європейської комісії, відповідно до якої для цієї сфери достатньо чинного законодавства, і послідовно прагне включити в спільне законодавство специфічні питання, пов'язані з нанотехнологіями.

Окремо слід розглядати етичні, правові та соціальні аспекти розвитку нанотехнологій. Сьогодні існує проблема, пов'язана з пошуком балансу між дослідницькими можливостями для розробки нових технологій і потребами суспільства з метою уникнення шкідливих наслідків.

Зокрема, у сфері охорони здоров'я нанотехнології сприятимуть прогресу через те, що методи медичної діагностики і лікування стануть більш індивідуалізованими та цільовими. Наприклад, досліджується можливість використання наночастинок для транспортування препаратів та їхнього введення безпосередньо в пухлину, що дозволить захистити організм від шкідливого впливу ліків. Однак після використання наночастинок залишатимуться в організмі, тому мають бути досліджені їхні будь-які побічні ефекти порівняно з позитивним ефектом від цього виду лікування.

В Україні немає законодавчих норм стосовно науково-дослідної етики, тобто відсутня правова оцінка методів, параметрів і значення, які повинні використовуватися для накладення обмежень на дослідницьку діяльність. Немає національних і регіональних комітетів з дослідницької етики та національних комісій з розслідування злочинних досліджень. Не визначено національні рамкові умови і апарат з контролю дотримання дослідницької етики в усіх сферах.

Невизначеність, пов'язана з можливостями та проблемами застосування нанотехнологій, вимагає суспільного діалогу щодо того, як має діяти суспільство для захисту різних інтересів. У дискусіях про розвиток нанотехнологій повинні брати участь представники всього суспільства – державного апарату, наукового середовища, бізнесу, преси, населення тощо.

Уряд має заохочувати проведення дослідження у сфері охорони праці, вивченні етичних, юридичних і соціальних проблем, пов'язаних з нанотехнологіями. Україні необхідна науково-методична база та відповідні рамки для соціально відповідального розвитку нанотехнологій.



Узагальнюючи ж подані вище рекомендації, слід зауважити, що сьогодні розвиток нанотехнологій є не забаганкою, а засобом для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва тепер і в майбутньому. Задля цього керівництво країни має нарощувати цільові інвестиції в ДіР у сфері нанотехнологій на основі ухвалених Стратегії розвитку нанонауки і нанотехнологій в Україні та Державної цільової науково-технічної програми "Нанотехнології та наноматеріали" на 2015–2025 роки. Зусилля слід концентрувати на трьох напрямках: розвитку фундаментальних знань; активізації технологічних інновацій та їхньої комерціалізації; забезпеченні соціально-відповідального технологічного розвитку. Основну увагу необхідно приділити ДіР, орієнтованим на вирішення технологічних проблем оборони і безпеки, енергетики, навколишнього середовища, охорони здоров'я, сільського господарства та харчової промисловості, ІКТ, біотехнологій та сучасних матеріалів. Їх слід доповнити дослідженнями у сфері охорони праці, етичних, правових і соціальних аспектів розвитку нанотехнологій. Запровадження цих заходів стане стимулом того, щоб отримані наукові знання сприяли інноваціям, створенню високої доданої вартості та економічному зростанню країни. Водночас, оскільки розвиток нанотехнологій – це не тільки наукове, але й етичне питання, має бути почутий голос суспільства. Отже, запропоновані базові документи державної політики у сфері нанонауки і нанотехнологій в Україні мають формуватися на сучасних методологічних і практичних засадах та ухвалюватися шляхом консенсусу [22].

Список використаних джерел

1. Towards a European Strategy for Nanotechnology. – Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, – 2004. – 24 p.
2. Nanosciences and nanotechnologies: An action plan for Europe 2005–2009 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://eur-lex.europa.eu>.
3. Regulatory aspects of nanomaterials. Summary of legislation in relation to health, safety and environment aspects of nanomaterials, regulatory research needs and related measures [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://eur-lex.europa.eu>.
4. European Parliament resolution of 24 April 2009 on regulatory aspects of nanomaterials [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://www.europarl.europa.eu/>.
5. Considerations on a Definition of Nanomaterials for Regulatory purposes [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://eur-lex.europa.eu>.
6. Recommandation de la Commission du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://www.europarl.europa.eu/>.
7. Commission recommendation on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research & Council conclusions on Responsible nanosciences and nanotechnologies research. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2009. – 24 p.
8. Strategic impact, no revolution. Ex-post evaluation of NMP (FP6) Strategic level. Draft Final Report [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.kmuforschung.ac.at.
9. Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.oecd.org.
10. Horizon 2020 – The Framework Programme for Research and Innovation (2014–2020) [Електронний ресурс]. – Доступний з : [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/proposals/com\(2011\)_809_final.pdf](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/proposals/com(2011)_809_final.pdf).
11. The European Nanotechnology Innovation Landscape [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.nanoconnect.org/.
12. nano.DE-Report 2013 [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de.
13. Nanotechnologie erobert Märkte [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.bmbf.de.
14. Kompetenzatlas Nanotechnology in Deutschland [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.nanomap.de.
15. Член-кореспондент НАН України Віктор Уваров: "Нанотехнології – надто дорога річ, щоб задовольнятися нанофінансуванням..." [Електронний ресурс]. – Доступний з : http://www.nas.gov.ua/text/pdfNews/nanotehnologii_Uvarov.pdf.
16. Нанотехнології: На шляху від науки до виробництва [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://www.ukrinform.ua/>.
17. Державна цільова науково-технічна програма "Нанотехнології та наноматеріали" на 2010–2014 роки [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1231-2009-%D0%BF>.
18. Постанова Кабінету Міністрів України "Про державне замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів для державних потреб у 2013 році" від 17 травня 2012 р. № 583 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon4.rada.gov.ua>.



19. Постанова Кабінету Міністрів України "Про державне замовлення на підготовку фахівців, наукових, науково-педагогічних та робітничих кадрів, на підвищення кваліфікації та перепідготовку кадрів для державних потреб у 2013 році" від 20 травня 2013 р. № 362 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon4.rada.gov.ua>.
20. The Impacts of Nanotechnology on Companies: Policy Insights from Case Studies. – Paris : OECD Publishing, 2010. – 108 p.
21. Nanotechnology patent applications to the EPO by priority year at the national level [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>.
22. Саліхова О.Б. Сучасні національні інноваційні стратегії: методологія і практика створення : наук. доп. / О.В.Крехівський, О.Б.Саліхова ; Центр дослідж. наук.-техн. потенціалу та історії науки ім. Г.М.Доброва НАН України, Держ. ін-т комплекс. техн.-екон. дослідж. – К. : Фенікс, 2009. – 55 с.

Надійшла до редакції 23.06.2014 р.

*Саліхова Е.Б., д-р екон. наук
ведучий научний співробітник Інституту економіки і прогнозування НАН України*

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА В СФЕРЕ НАНОНАУКИ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В УКРАИНЕ С УЧЕТОМ ОРИЕНТИРОВ ЕС

Проанализированы директивные документы ЕС относительно политики в сфере нанонауки и нанотехнологий. На примере Германии продемонстрирована государственная поддержка развития национальной нанопромышленности и ее результаты, очерчен круг институций, технологические направления исследований и отрасли экономики, на чьи инновационные потребности они ориентированы.

Определены учреждения НАН Украины, чьи нанотехнологические инновационные продукты сориентированы на национальное хозяйство, выявлены диспропорции в государственном заказе на подготовку специалистов, способных генерировать новые знания, продуцировать, адаптировать и использовать передовые технологии. Установлены наиболее востребованные бизнесом секторы нанонауки.

Предложено авторское видение ключевых ориентиров государственной поддержки развития нанонауки и нанотехнологий в Украине: развитие фундаментальных знаний, активизация технологических инноваций и их коммерциализация, соблюдение социальной ответственности в процессе развития нанотехнологий.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, ответственное проведение нанонаучных и нанотехнологических исследований, государственная политика.

*O.Salikhova, Doctor of Economics, Leading Researcher
Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine*

STATE POLICY IN THE SPHERE OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGIES IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF EU ASPIRATIONS

The author analyzes the EU documents regarding the policy of nanoscience and nanotechnologies. On the example of Germany, she demonstrates state support of national nanoindustry and its results, assesses the corresponding group of institutions, technological guidelines of research and sectors at whose innovation needs it is oriented. The article identifies the institutions of NAS of Ukraine Institutions, whose nanotech innovative products are focused on the national economy.

The author points to the disparities in the state order for training of specialists capable of generating new knowledge, and producing, adapting and using advanced technologies. The most popular nanoscience sectors in business are determined.

The author proposes her vision of the key targets of state support for the development of nanoscience and nanotechnology in Ukraine, such as: development of fundamental knowledge, revival of technological innovations and their commercialization, and compliance with social responsibility in the process of nanotechnology development.

Key words: nanotechnologies, nanomaterials, responsible nanosciences and nanotechnologies research, public policy.