

УДК [338.45+330.341.1](477)

ТКАЧОВА О.А.аспірант, м.н.с. відділу інноваційної політики,
економіки та організації високих технологій
ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАНУ»**ОСОБЛИВОСТІ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИКИ РОЗВИТКУ
НАНОТЕХНОЛОГІЙ: ОРІЄНТИРИ ДЛЯ УКРАЇНИ**

Анотація. В статті проаналізовано основні інструменти державної підтримки становлення національної наноіндустрії використовувани урядами США, Японії, країн-членів ЄС, Російської Федерації та інших провідних країн. Виявлено загальні та специфічні підходи. Розроблено рекомендації щодо формування передумов розвитку нанотехнологічної сфери в Україні.

Ключові слова: наноіндустрія, нанотехнології, інструменти державної підтримки становлення національної нанотехнологічної сфери, нанокластери, державне фінансування, дорожні карти.

Ткачева О.А., аспирант, м.н.с. отдела инновационной политики, экономики и организации высоких технологий
ГУ «Институт экономики и прогнозирования НАНУ»

**ОСОБЕННОСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИТИКИ РАЗВИТИЯ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ: ОРИЕНТИРЫ ДЛЯ УКРАИНЫ**

Аннотация. В статье проанализированы основные инструменты государственной поддержки становления национальной наноиндустрии используемые правительствами США, Японии, стран-членов ЕС, Российской Федерации и других ведущих стран. Выявлены общие и специфические подходы. Даны рекомендации по формированию предпосылок развития нанотехнологической сферы в Украине.

Ключевые слова: наноиндустрия, нанотехнологии, инструменты государственной поддержки становления национальной нанотехнологической сферы, нанокластеры, государственное финансирование, дорожные карты.

Tkachova O.A., Ph.D. Student, Junior Scientist, State Institution «Institute of Economics and Forecasting of NAS of Ukraine»

**FEATURES OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN FORMING OF A NANOTECHNOLOGY
DEVELOPMENT POLICY: GUIDE FOR UKRAINE**

Abstract. This article analyzes the main instruments of state support in the development of a national nanotechnology industry used by governments of the USA, Japan, EU, the Russian Federation and other leading countries. It were exposed the general and specific approaches. It were given the recommendations for the formation of prerequisites to the development of nanotechnology area in Ukraine.

Keywords: nanotech, nanotechnology, instruments of the state support in establishment of the national nanotechnology sphere, nanoclusters, government funding, road maps.

Постановка проблеми. Процеси наноіндустріалізації на початку ХХ ст. стали об'єктом державного регулювання в глобальному масштабі. До теперішнього часу практично в усіх промислово розвинених країнах до пріоритетних напрямів відносять нанотехнології та нові матеріали. На світовому наноринку розгортається напружена конкуренція, і від результатів цього суперництва залежатиме місце кожної країни у світовому поділі праці. Так, на думку експертів [1, с. 123], позиції країн у новому світовому розподілі праці визначаться до 2020 р. У результаті цього відбуватиметься подальше присвоєння технологічної ренти країнами, що лідирують в інноваційній конкуренції.

Оскільки на сьогодні Україна не входить до числа країн - лідерів з розвитку нанотехнологій, буде доцільно використати успішний досвід розбудови нанотехнологічної сфери, набутий іншими країнами. Безперечно, необхідно враховувати особливості економічного менталітету та вітчизняних економічних реалій. Проте визначення переліку основних інструментів державної підтримки становлення національної наноіндустрії у країнах-лідерах створить підґрунтя для розвитку вітчизняної нанотехнологічної сфери.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми розвитку світової наноіндустрії стали предметом досліджень таких провідних дослідницьких організацій як Lux Research, Cientifica Ltd, National Implications of Nanoscience and Nanotechnology / National Science Foundation - NSF та зарубіжних і вітчизняних авторів: В. Балабанова, Е. Дрекслера, Н. Кобаясі, А. Путіліна, М. Ратнера, У. Хартмана, М. Кизима, І. Матюшенко, Ю. Яковця, С. Глазьева, Г. Азоева та ін. Більшою мірою увага в них зосереджена на рівні світового фінансування нанотехнологічної діяльності урядами країн та приватними структурами, а також наявності державних програм розвитку нанотехнологій. Таким чином, питання формування політики розвитку нанотехнологій активно

досліджується вченими, в т.ч. і в Україні. Проте воно потребує більш детального вивчення, особливо за відсутності дієвої загальнонаціональної політики розбудови вітчизняної наноіндустрії.

Цілі статті. Враховуючи зазначене вище, метою написання статті було визначення економічних інструментів *державної підтримки становлення національної наноіндустрії*, які дозволили дослідженим країнам претендувати на лідерство у згаданій сфері, виокремлення переваг і недоліків їх використання та розроблення рекомендацій щодо формування передумов розвитку нанотехнологічної сфери в Україні.

Вклад основного матеріалу. На сьогодні основним індикатором рівня розвитку нанотехнологічної сфери в цілому залишається динаміка фінансування нанотехнологічних досліджень та розбудови інноваційної інфраструктури. Саме через це, в першу чергу, розглянемо динаміку зазначеного показника.

За останні 11 років загальносвітове державне фінансування нанотехнологічних досліджень становило 65 млрд дол. США. Обсяг інвестицій у такі дослідження постійно зростає, навіть в умовах світової економічної кризи. Передбачається, що до 2014 р. державні інвестиції у цю сферу зростуть до 100 млрд дол. США [2].

На сьогодні лідером з обсягів державних інвестицій у розвиток нанотехнологічних досліджень є США (рис. 1). Проте США – не єдина країна, що усвідомлює величезний потенціал нанотехнологій для розвитку економіки. Разом із США у 2000–2007 рр. світовими лідерами з обсягів інвестицій у нанотехнології були також Китай, країни ЄС та Японія. Відбувається постійне нарощування обсягів державних асигнувань у нанотехнологічну сферу країнами ЄС та США, дуже високі темпи зростання інвестицій спостерігаються і в Росії. Так, у 2007 р. з федерального бюджету Росії було виділено понад 1 млрд дол. США на розвиток нанотехнологій та виготовлення нанопродукції, а до 2015 р. заплановано виділити ще до 200 млрд руб.

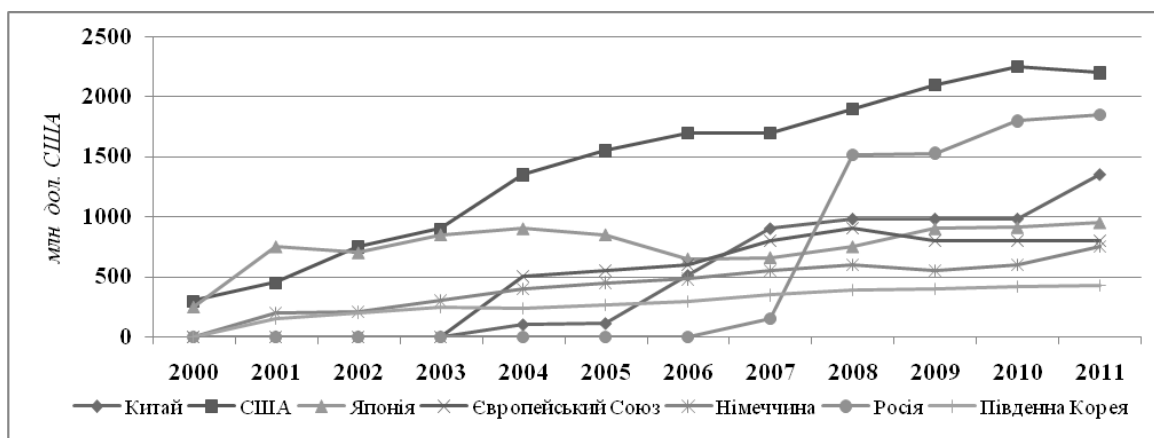


Рис. 1. Фінансування нанотехнологій країнами-лідерами в 2000–2011 рр.

Джерело: *Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact*. [Електронний ресурс]. July – 2011. – р.6–7. – Доступний з: <http://cientifica.eu>

Також Росію можна вважати лідером за обсягом інвестицій в дослідження і розробки у нанотехнологічній сфері, якщо порівнювати фінансування за паритетом купівельної спроможності (рис. 2).

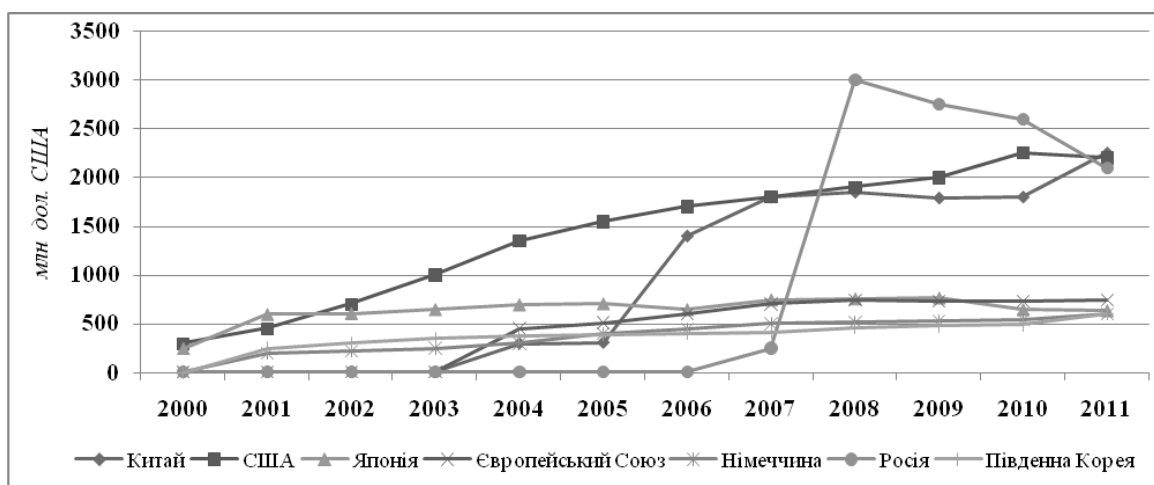


Рис. 2. Фінансування нанотехнологій країнами-лідерами в 2000–2011 рр. (за паритетом купівельної спроможності)

Джерело: *Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact*. [Електронний ресурс]. July – 2011. – р.6–7. – Доступний з: <http://cientifica.eu>

Фінансування зазначеними країнами досліджень і розробок у нанотехнологічній сфері більшою мірою здійснюється в рамках **національних ініціатив та програм**. Дати початку впровадження таких стратегій варіюються в інтервалі від кінця 1990-х (Велика Британія, 1999 р.) до початку 2010-х років (Австрія).

Однією з перших у **США** було прийнято Національну нанотехнологічну ініціативу (ННІ, лютий 2000 р.) Програма покликана сприяти розвитку та впровадженню нанотехнологій з метою досягнення економічних вигод, підвищенню рівня життя, забезпеченню національної безпеки, підтримці лідерства США у цій сфері. В рамках програми було виділено вісім напрямів. Передбачені інвестиції в рамках ННІ розподіляються окремим агентствам, а в рамках кожного агентства – за програмними напрямами. На сьогодні в рамках ННІ функціонують 25 федеральних агентств, 13 з яких мають власні бюджети нанотехнологічних досліджень і розробок. Власного бюджету в Національній нанотехнологічній ініціативі немає, однак, плануючи бюджети агентств, вона впливає на формування федерального бюджету США [1, с. 125–126]. Динаміка бюджету Національної нанотехнологічної ініціативи подано у табл. 1.

Таблиця 1

Обсяг фінансування Національної Нанотехнологічної Ініціативи (2000-2013 р.),

млн дол. США

Рік	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Обсяг фінансування	~300	464	697	760	989	1200	1351	1425	1554	1695	1912	1850	2130	~1800

Джерело: *Frequently asked questions [Електронний ресурс]. // Офіційний портал Національної нанотехнологічної ініціативи США.* – Доступний з: <http://www.nano.gov>.

У 2012 р. з федерального бюджету було виділено 2,1 млрд дол. США на підтримку національної програми розвитку нанотехнологій. Проте в 2013 р. федеральним бюджетом було передбачено незначне скорочення інвестицій до 1,8 млрд дол. США [3].

Слід окремо зазначити, що на дослідження потенційних ризиків нанооб'єктів для здоров'я людини й навколишнього середовища вже вкладено більше 1 млрд дол. США.

В США інвестиції у дослідження і розробки в нанотехнологічній сфері здійснюються не тільки через Національну нанотехнологічну ініціативу. Також діє програма для центрів підтримки наноінженерії (NSE) Національного наукового фонду США (NSF). Власні нанотехнологічні програми мають федеральні відомства США (Міністерство оборони, Міністерство енергетики, Національний інститут здоров'я, Агенство захисту довкілля, Космічне агентство [4].

Країни ЄС пішли шляхом розвитку науково-технічного потенціалу шляхом інтеграції зусиль усіх країн-учасниць. Тому основною особливістю регулювання наноіндустрії в ЄС є співіснування наднаціональних норм і національного законодавства країн – членів ЄС, при цьому наднаціональні норми мають пріоритет перед законодавчими актами країн-членів.

Так, у травні 2004 р. була прийнята Стратегія розвитку нанотехнологій до 2013 р. В рамках цієї стратегії здійснюється комплексний підхід до формування наноіндустрії, одночасно спрямований і на дослідження, і на впровадження інновацій у промисловість, і на інші важливі аспекти – освіту й підвищення кваліфікації, налагодження зв'язків із громадськістю тощо [5].

Також в ЄС діють Рамкові програми науково-технічних досліджень, технологічного розвитку й демонстрації (РП).

В «Шостій рамковій програмі ЄС з наукових досліджень і технологічного розвитку» (РП6) нанотехнології фігурують серед пріоритетних напрямків європейських наукових досліджень. Цей пріоритет зберігся і в «Сьомій рамковій програмі ЄС з наукових досліджень і технологічного розвитку» (РП7) (2007–2013 р.).

Однак, країни-учасниці ЄС реалізують і власні програми розвитку нанотехнологій. Наприклад, у **Німеччині** в червні 2006 р. було прийнято єдину міжгалузеву програму "Наноініціатива 2010". Основним механізмом згаданої програми є так звані «головні інновації» – виокремлення та надання пріоритету цільовим середньостроковим проектам за тими напрямами розвитку нанотехнологій, які вже сьогодні зробили ФРН світовим технологічним лідером і можуть дати швидку практичну віддачу при застосуванні їх у ключових сферах економіки.

Слід також окремо відмітити Національну стратегію нанотехнологій, яка діє в **Японії**. Програма діє з 1999 р. та має найвищий державний пріоритет «Огато». В рамках Національної стратегії нанотехнологій усі дослідження поділені на три категорії, умовно названі "флагманськими" розробками, перспективними проектами й фундаментальними дослідженнями. Обсяг спрямованих на це інвестицій стрімко зростає [4].

Майже у той самий час (2000 р.) було затверджено Програму розвитку нанотехнологій у **Китаї**. З кінця 1990-х років Міністерство науки і техніки Китаю (MOST) і Національний фонд науки Китаю (NSFC) нарощують підтримку розвитку наноінженерії та нанотехнологій. З того часу відповідні фундаментальні прикладні дослідження стали пріоритетними в інститутах Китайської Академії наук (CAS) і багатьох університетах. Діють два головних центри досліджень у сфері наноматеріалів і нанотехнологій – північний у Пекіні та південний у Шанхаї.

В Національному плані довгострокового розвитку на 2006–2020 роки наноінженерії та нанотехнологіям присвячено одну з чотирьох національних програм фундаментальних досліджень. У сфері досліджень китайських учених перебуває більша частина аспектів наноінженерії та нанотехнологій. Разом з тим пріоритетне

значення надається вирішенню за допомогою нанотехнологій енергетичних та екологічних проблем, які в наступні десятиліття стануть ще більш гострими для країни.

До того ж з 2001 р. Міністерство науки й техніки КНР і Держстандарт КНР реалізують проект розроблення стандартів нанотехнологій і наноматеріалів. Високий рівень досягнень у цій сфері розглядається як один із засобів забезпечення провідних позицій у нанотехнологічному суперництві [1, с.129–130].

Необхідно підкреслити, що науково-дослідна діяльність у сфері нанотехнологій Китаю в основному зосереджена у великих університетах і державних науково-дослідних інститутах, частки участі яких у розвитку нанотехнологій становлять відповідно 35 і 60%. Внесок приватного сектора еквівалентний лише 5%, значних інвестицій з боку промислових компаній на цей момент немає [6].

Також власні програми розвитку нанотехнологій реалізують й інші країни Азії, зокрема, Індія ("Місія нано"), Південна Корея (Національна програма розвитку нанотехнологій), Тайвань.

Особливий інтерес представляє досвід **Росії** щодо надання державної підтримки становленню національної системи розвитку нанотехнологій. Це пояснюється не лише високим рівнем активності наукового співробітництва та значними обсягами торгівлі високотехнологічними товарами України саме з цією країною, але й великою подібністю проблем соціально-економічного розвитку, наявністю схожих макроекономічних диспропорцій.

Перші кроки на шляху забезпечення розвитку нанотехнологій застосовувались у Росії фактично одночасно з прийняттям національної нанотехнологічної ініціативи США. Так, ще в 2000 р. уряд Росії розробив і затвердив програму «Військова наноелектроніка Збройних Сил Російської Федерації» на період до 2010 року», в 2001 р. була прийнята Федеральна цільова науково-технічна програма «Дослідження й розробки з пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки на 2002–2006 роки», в яку були додані розділи, пов'язані з нанонаукою і нанотехнологіями. Але суттєве фінансування розвитку нанотехнологічної сфери розпочалося з прийняття у 2006 р. Федеральної цільової програми «Дослідження й розробки з пріоритетними напрямками розвитку науково-технологічного комплексу Росії на 2007–2012 роки».

Також були прийняті такі федеральні цільові програми, як:

- «Національна технологічна база на 2007–2011 роки»;
- «Розвиток інфраструктури наноіндустрії в Російській Федерації на 2008–2010 роки»;
- «Федеральна космічна програма Росії на 2006–2015 роки»;
- «Державна програма озброєння на 2007–2015 роки»;
- «Програма розвитку оборонно-промислового комплексу Російської Федерації на 2006–2010 роки».

Крім того було прийнято програму Російської академії медичних наук «Нанотехнології і наноматеріали в медицині на період 2008–2015 років», комісією РАН з нанотехнологій було розроблено програму фундаментальних досліджень Російської академії наук «Нанотехнології».

Така значна кількість програм, спрямованих на розбудову російської нанотехнологічної сфери, та відомча роз'єднаність робіт з нанотехнологій ускладнювала процес формування єдиного механізму державної підтримки цієї сфери. На вирішення згаданої проблеми було спрямовано затвердження «Комплексної програми науково-технологічного розвитку і технологічної модернізації економіки Російської Федерації до 2015 року» та «Програми розвитку наноіндустрії в Російській Федерації до 2015 року». Саме у вказаній програмі було зазначено, що обсяг виробництва продукції наноіндустрії в Росії повинен скласти до 2015 р. більше 900 млрд руб. та становити 3% світового обсягу продукції наноіндустрії. Однак, поліпшення координації дій та організації якісного контролю у досліджуваній сфері залишається актуальним завданням [1, с. 129–131].

В інших країнах також достатньо гостро стоїть *питання організації контролю та проблема дублювання функцій виконавчих органів*. З метою вирішення цих проблем упроваджуються спеціальні механізми. Так, в **Німеччині** було запроваджено програму уніфікації й спрощення процедур отримання державної підтримки з метою уникнення дублювання окремої наукової тематики і напрямів нанодосліджень, що реалізуються в проектах різних міністерств і відомств Німеччини. Було розроблено єдину для всіх відомств «абетку» програм, що робить їх більш зрозумілими й прозорими.

У **США** законом «Про дослідження і розвиток нанотехнологій в XXI ст.» встановлено періодичну експертизу ННІ зовнішніми консультативними органами. Мова йде про використання двох незалежних експертних органів. По-перше, при президенті діє Національна нанотехнологічна координаційна рада (NNAP), що консультує президента та Національну раду з науки та технологій, котрі стосуються ННІ. Цей експертний орган кожні два роки дає оцінку федеральній програмі нанотехнологічних досліджень. По-друге, відповідно до закону раз на три роки експертизу ННІ повинна проводити Національна дослідницька рада при Національних академіях [1, с. 126–127]. Важливо, що функції координації дій у сфері нанотехнологій і функції організаційно-технічного забезпечення (самої координації та її експертизи) у США виконують різні органи. Таким чином, знижується вплив органів, які підлягають оцінці, на органи, які здійснюють таку експертизу.

Також важливим елементом забезпечення стабільності функціонування механізму підтримки становлення наноіндустрії є *створення державного (адміністративного) координатора сфери*. Таку функцію виконують:

✓ в **ЄС** – Європейська комісія, головним підрозділом якої виступає Головний директорат з досліджень (Research DG);

✓ в **США** – Національний нанотехнологічний координаційний офіс (NNCO) Підкомітету з науки нанорозмірних частинок, інжинірингу і технологій (NSET) Національної ради з науки і технологій;

✓ в **Японії** діє спеціальний промислово-технологічний комітет з нанотехнологій, утворений Японською Економічною Асоціацією (Кейданрен);

✓ в **Росії** – Державна Рада з нанотехнологій, в реалізації державної політики Росії у цій сфері бере участь ВАТ «Роснано», головною науковою організацією є науковий центр "Курчатівський інститут".

Проте, слід зазначити, що на сьогодні значна роль у розбудові наноіндустрії належить **приватним інвестиціям**. Неухильне зростання приватних інвестицій у нанотехнології протягом 2000-х років викликане стратегічними програмами та значними обсягами фінансування розробок у цій сфері урядами провідних країн. У 2004–2007 рр. приватне фінансування нанотехнологічної сфери перевищило державні інвестиції [7]. Найвища активність приватного сектора спостерігається в США (57%), Японії (65%), Південній Кореї (50%), Німеччині (44%). Понад половину від загальної кількості світових нанотехнологічних компаній становлять компанії США.

Забезпечити в перспективі зрушення структури фінансування європейської нанотехнологічної сфери покликаний венчурний бізнес. Однак середній розмір такого бізнесу в ЄС у дев'ять разів менше, ніж у США [1, с. 136–137], в той час, як у Японії діє більше 100 венчурних компаній в сфері нанотехнологій.

У Росії, на думку фахівців Європейської асоціації венчурного фінансування (EVCA), вже створені деякі передумови для розвитку венчурних інвестицій в інноваційній сфері. Це обумовлено певним підйомом російської економіки, зменшенням можливості швидких спекулятивних заробітків на фінансовому ринку і зростанням економічної ефективності венчурного інвестування в інноваційний бізнес. Проте на цей момент фінансування досліджень в нанотехнологічній сфері відбувається лише за рахунок державних коштів.

Слід зазначити, що уряди країн активно *підтримують зацікавленість бізнесу у сфері нанотехнологій*. Так, в **ЄС** для координації процесу становлення й розвитку нанотехнологій у 2002 р. було створено некомерційну організацію "Європейська асоціація нанобізнесу" (ENA). В **Японії** було прийнято Японську ініціативу бізнесу в області нанотехнологій (NBCI).

У **Німеччині** був розроблений спеціальний комплекс засобів інформування, який ставить за мету аналіз потенційних потреб окремих галузей в нанотехнологічних розробках, з метою створення переліку конкретних науково-технологічних розробок для їх задоволення. Це дозволяє органам державного управління більш кваліфіковано проводити відбір найбільш перспективних нанопроєктів для фінансування за рахунок бюджетних коштів та надає можливість приватному сектору орієнтуватися в перспективах ринку й адекватно використовувати свої конкурентні переваги.

Проте обсяг фінансування нанотехнологічних досліджень не є визначальним показником рівня розвитку нанотехнологічної сфери в країні. Оскільки обов'язковим критерієм того, щоб результати досліджень мали прямий вплив на економіку та забезпечували зростання конкурентоспроможності країни, є наявність відповідної інфраструктури та дієвість інституційного механізму.

Тому важливим інструментом державної підтримки становлення національної системи розвитку нанотехнологій є **забезпечення діяльності мережевих структур**. Система загальнодержавних, регіональних і локальних мереж виступає як найбільш функціональний механізм взаємодії зацікавлених сторін, особливо у тих випадках, коли нові технології можуть використовуватися в інтересах декількох галузей одночасно, тобто для міждисциплінарних досліджень і розробок. Такі мережі об'єднують середні та малі підприємства різних галузей промисловості, неурядові організації, фінансові установи, дослідницькі інститути, університети та громадські співтовариства.

Оскільки досліджувані країни мають значний досвід кластеризації, то очевидним є те, що такий інструмент буде використовуватись і для розбудови національної нанотехнологічної сфери. Лідером за кількістю нанотехнологічних об'єктів та кластерів є **США**.

Таким чином, кількість учасників американських кластерів становить більше 1200 об'єктів. При цьому 955 з них – це приватні компанії й корпорації, що ще раз демонструє масштаби залучення американського бізнесу у процес розробки та комерціалізації нанотехнологій. Кластери наноіндустрії є у всіх штатах США.

Можна виділити такі моделі кластерів у США:

1) «екстериторіальна» – у якій територія має особливий адміністративний статус. Яскравий приклад такої моделі реалізований у вигляді науково-дослідного парку в Північній Кароліні – «Трикутник науки» (Research Triangle Park);

2) традиційна «університетська» – є більш розповсюдженою в США – центром є один або декілька провідних вузів. У рамках такої моделі розвивається, наприклад, технопарк «Шосе 128» (Route 128), утворений на базі Гарвардського університету та Масачусетського технологічного інституту.

Однак, не зважаючи на ініціативність приватного сектора в частині фінансування досліджень і розробок нанотехнологічної сфери, формуванню широкої мережі нанокластерів у США сприяли такі державні заходи (табл. 2)

Таблиця 2

Державна підтримка формування широкої мережі нанокластерів у США

№	Заходи державної підтримки
I. Покращення підприємницького клімату	
1	систематичне зниження податкового навантаження в період з 1990 р. по 1998 р. (28 разів);
2	реформа трудового законодавства;

3	запровадження нової системи податкових кредитів (інвестиції в створення нових підприємств, придбання і лізинг устаткування в сферах, важливих для національної економіки, дозволили отримати податковий кредит).
---	--

Закінчення табл. 2

№	Заходи державної підтримки
II. Організаційна реформа взаємодії держави та галузей економіки (головною метою стала максимальна орієнтація роботи системи державних установ на потреби галузей і ринків)	
1	створення офісу з розвитку бізнесу (Office of Business Development, MOBD), наділеного повноваженнями для вирішення максимально широкого спектру проблем високотехнологічних галузей;
2	підвищення ролі приватного сектора в прийнятті рішень з приводу інвестування за рахунок широкого використання державно-приватних агентств (<i>quasi-public agencies</i>), які поєднують приватні й державні ресурси на паритетних засадах;
3	створення Фонду технологій, які розвиваються (Emerging Technology Fund). Фонд орієнтований на надання гарантій на позики до 5 млн дол. США строком до 10 років по кредитах високотехнологічним компаніям;
4	створення корпорацій технологічного розвитку. Ці корпорації інвестують кошти в ранні стадії розвитку бізнесу.

Джерело: складено автором

Разом з тим жодної загальнонаціональної програми розвитку високотехнологічних кластерів в США не існує. Формування кластерів відбувається «знизу» за більшої або меншої підтримки влади штатів і великих міст. Роль федерального уряду зводиться до надання державного замовлення на дослідження і виробництво продукції, що відіграє особливу роль у сфері національної безпеки і оборони.

На відміну від США, де ініціаторами консолідації наноіндустрії є, насамперед, приватні компанії, у ЄС визначальну роль у розвитку кооперації і формуванні нанотехнологічних кластерів відіграють державні органи управління, у тому числі наднаціональні. Ця особливість визначає специфічні форми державно-приватного партнерства в створенні та розвитку кластерів.

Провідна роль держави знаходить висвітлення у трьох рівнях організації промислових зв'язків у наноіндустрії (табл. 3).

Таблиця 3

Механізм підтримки формування мережі нанокластерів у ЄС

	Макрорівень (наднаціональний)	Мезорівень (національний)	Мікрорівень (регіональний або локальний)
Функції	створення і чітка координація «Європейських технологічних платформ» (European Technology platforms, ETP) і їхнє логічне продовження – «Спільні технологічні ініціативи» («Joint Technology Platforms»)	організація великих державних центрів і асоціацій, що забезпечують промислову взаємодію в сфері нанотехнологій на рівні країн членів ЄС	формування й об'єднання організацій, які розвивають науково-виробничі зв'язки в сфері нанотехнологій в рамках окремих регіонів (земель) і міст країни
Фінансування	з бюджету загальнонаціональних європейських програм (в основному 7-ої Рамкової програми ЄС)	за участю національного державного фінансування	із залученням регіонального (земельного) або муніципального фінансування

Джерело: складено автором

Найбільш загальним по своїй суті проектом ЄС в області нанотехнологій є запущена в червні 2010 р. «Європейська технологічна інтеграційна й інноваційна платформа у сфері нанотехнологій». Такий масштабний інституціональний проект припускає участь представників технологічних платформ за секторальними напрямками наноіндустрії, що поєднує учасників на національному і регіональному (локальному) рівнях [21].

Формування технологічної платформи починається з об'єднання Комісією ЄС зацікавлених стейкхолдерів. При цьому Комісія здійснює всю необхідну методичну та інформаційну підтримку. Вона в обов'язковому порядку попередньо розглядає заявку і дає письмовий висновок про можливості ключових учасників ЄТП об'єднати свої ресурси з урахуванням переваг синергії.

Логічним продовженням проривних ЄТП є їхнє перетворення в спільні технологічні ініціативи («Joint Technology Platforms»). Така організаційна форма припускає створення довгострокового державно-приватного партнерства для подальшої реалізації цілей стратегічного плану досліджень та дозволяє створити сильний і ефективний координаційний механізм реалізації спільної ініціативи.

Як результат державно-приватного партнерства на трьох рівнях на сьогодні в ЄС реалізується розгалужена програма створення й розвитку кластерів наноіндустрії. Роль органів управління ЄС – загальна

ініціатива і координація спільних проєктів, контроль за широким представництвом у проєктах усіх зацікавлених учасників та часткове фінансування. Важливо відмітити, що в загальному обсязі фінансування значну роль відіграють приватні компанії (більше 50%).

Таким чином, на відміну від США, в ЄС практично відсутні кластери в сфері нанотехнологій, які були сформовані з ініціативи держави. Приватні підприємства беруть участь лише у спільному фінансуванні кластерів національного масштабу в рамках державних програм. Тобто, в цілому Європейська трирівнева система регулювання розвитку кластерів наноіндустрії організаційно спирається на поєднання програмно-цільового підходу (у рамках стратегії загальноєвропейських технологічних платформ) і створення саморегульованих науково-продуктових консорціумів «усередині» технологічних платформ. Це забезпечує структурований підхід до створення й розвитку кластерів наноіндустрії.

В Японії також однією з найважливіших функцій національного уряду є створення дослідницької мережі співробітництва дослідників та інших учасників інноваційного процесу. На національному рівні цим займаються Міністерство економіки, торгівлі та промисловості (METI) і Міністерство освіти, культури, спорту, науки та технологій (MEXT). Вони реалізують стратегію розвитку мережових методів і форм, що дозволяє поєднувати діяльність дослідницьких організацій і приватного сектора в сфері нанотехнологій [4].

Формування кластерів наноіндустрії здійснюється за активної участі національних університетів. Загальна наукова підтримка кластерів ведеться в 14 університетах і національних дослідницьких інститутах. Участь великих промислових компаній, таких як SONY, Toshiba, Toyota, Nissan, Hitachi та ін., полягає в створенні власних великих дослідницьких центрів конкретних напрямів нанотехнологій та у фінансуванні досліджень і впровадженні розробок національних університетів.

До найбільших кластерів, що сформувались у результаті зусиль MEXT та METI, можна віднести:

- кластер молекулярного синтезу й аналізу;
- кластер нанотехнологій у виробництві;
- кластер з вивчення синхротронного випромінювання;
- кластер наноелектроніки і мікроскопії.

Перелічені кластери являють собою консорціуми з університетів, наукових центрів і промислових компаній і відбивають ключові пріоритети Японії в області нанотехнологій. На відміну від США роль малих інноваційних компаній, стартапів і регіональної влади в них незначна.

Формування інноваційних кластерів у *Kumai* будується за ієрархічною схемою:

- Перший рівень створюють Державна рада в складі Міністерства науки і технологій (Ministry of Science and Technology), Комітет з реформування та національного розвитку (National Development and Reform Commission) і Міністерство освіти (Ministry of Education). Ці державні відомства регулюють діяльність нанотехнологічної мережі країни;

- Другий рівень становлять загальнонаціональні науково-дослідні інститути та організації, провідними з яких є Національний центр нанонауки і технологій (National Centre of Nanoscience and Technology), Нанотехнологічна промислова платформа Китаю (Nanotechnology Industrialization Base of China) і Центр комерціалізації нанотехнологій Шанхаю (Shanghai Nanotechnology Promotion Centre). Ці організації отримують державну підтримку та укладають угоди з приватними підприємствами з метою подальшої комерціалізації розроблених продуктів [6].

Однією з ключових програм формування кластерів наноіндустрії в Китаї є «Програма 863» – план розвитку високих технологій. Вона реалізується шляхом проведення послідовних п'ятирічок і ключових підпрограм уряду для кожного кластера, національної наукової лабораторії і дослідницького центру.

В результаті цього у КНР сформувалися такі нанокластери:

- кластер у Сучжоу на базі Інституту нанотехніки та нанобіоніки (INN);
- кластер лабораторій з вивчення біологічного ефекту нанотехнологій (LBENN);
- кластер «Нанотехнологічна індустріальна база Китаю» (NIBC);
- кластер національного інженерно-дослідницького центру нанотехнологій (NERCN);
- кластер нанонаук і технологій у Пекіні (NCNST).

У Росії реалізація кластерної моделі розвитку нанотехнологічної сфери пов'язана з діяльністю компанії ВАТ «Роснано». З 2009 р. почала діяти програма «Проєкти РОСНАНО з кластерів». Таких проєктів налічується 50, їх бюджет становить у середньому від 0,5 до 5 млрд руб., а частка фінансування РОСНАНО в проєктах коливається від 20 до 40%.

Ця програма розпочала процес створення в Росії індустріальних нанотехнологічних кластерів, як правило, у вигляді сукупності спільних науково-виробничих підприємств, об'єднаних на базі інтеграції учасників навколо нанопродуктів, їх розробки і виробництва.

На даний момент основна кількість кластерів (25) знаходиться на ранніх (фактично до виробничих) фазах життєвого циклу. Реальна комерціалізація найближчим часом можлива лише в групах «Медицина і біотехнології», «Наноструктуровані матеріали». Здебільшого організаційною формою кластерів є модель «спільного підприємства» – 25 проєктів. Певного розвитку набули науково-виробничі концерни (4) і консорціуми (3). У поодиноких варіантах представлені «вертикально-інтегровані холдинги», «диверсифіковані холдинги», «інноваційні виробничі мережі», «спеціалізовані регіональні кластери» [6].

Таким чином, дослідивши досвід світових лідерів наноіндустріалізації, можна стверджувати, що створення нанотехнологічних кластерів завжди реалізуються за участю держави. Проте рівень цієї участі є різним у кожній країні. У частині країн роль державного регулювання в згаданій сфері є досить значною, часто вирішальною (країни ЄС, КНР, РФ). Проте навіть у США, де домінує підприємницька модель розвитку кластерів, активну роль у їхньому становленні й розвитку відіграють влада штатів і федеральна влада.

Ще одним інструментом, який широко використовується з метою забезпечення розвитку нанотехнологічної сфери, є **побудова технологічних прогнозів**. Найчастіше економічно розвиненими країнами використовуються такі методи технологічного прогнозування, як *побудова форсайт-проектів* та *метод дорожніх карт*. Їх використання також значною мірою стимулює участь приватного сектора у фінансуванні нанотехнологічних досліджень та використанні нанопродукції, оскільки ці методи покликані вирішувати такий комплекс питань, як стан зовнішнього середовища організації, розвиток наукових досліджень і комерціалізація результатів, наявність взаємодоповнюючих і конкуруючих виробництв, існування альтернативних стратегій досягнення цілей (у тому числі пов'язаних використанням різних технологічних рішень) та ін. [8].

При побудові дорожніх карт основним завданням є виявлення наукових і технологічних викликів у досліджуваній області, існуючих проблем і можливостей, сильних і слабких сторін дослідних проектів, а також потреб у фінансуванні.

Найбільш інтенсивно цей інструмент використовується такими країнами, як **Японія** («Восьмий японський прогноз»), **ЄС** («Дорожня карта для наноматеріалів» [9], «Наномедицина і застосування нанотехнологій у сфері охорони здоров'я» [8]), **США** («Дорожня карта розвитку нанотехнологій»), **Нова Зеландія** («Дорожня карта наукових досліджень у сфері нанотехнологій»). У **Росії** також можна відмітити зростаючу увагу до дорожніх карт як методу прогнозування. На необхідність використання дорожніх карт як інструмента прогнозування інноваційного розвитку в сфері наноіндустрії вказує стратегія діяльності ВАТ «Роснано», в якій зазначено, що корпорація буде брати участь у розробці середньо- і короткострокових прогнозів та планів наукового, технологічного і ринкового розвитку наноіндустрії – дорожніх карт [10, 11].

Ще одним інструментом активізації участі приватного сектора у розбудові нанотехнологічної сфери та надання позитивного іміджу нанотехнологіям та товарам, виготовленим з їх використанням, є **популяризація нанотехнологій**. Цей інструмент є надзвичайно важливим, оскільки суспільне визнання забезпечує можливість масового виробництва високотехнологічних споживчих товарів (за рахунок формування нових норм і стандартів споживання).

Організація національних форумів та конгресів значною мірою сприяє насиченню інформаційного простору в сфері нанотехнологій, тому щорічне проведення таких заходів активно практикується провідними країнами. Так, у **Німеччині** регулярно відбуваються загальнонаціональні конгреси «Нанотехнології в Німеччині», що мають форму проміжних підсумків науково-дослідної роботи у наносфері. Постійно діє форум «Майбутнє нанотехнологій», започаткований федеральним урядом, для проведення міждисциплінарного діалогу між представниками природничих і гуманітарних наук, політиками, підприємцями і журналістами. За результатами роботи форуму готуються експертні оцінки плюсів і можливих мінусів промислового застосування нанотехнологій, рекомендації щодо змісту і перспектив розвитку державної політики у вказаній сфері [4].

Нанотехнологічна ініціатива **Японії** також передбачає організацію симпозіумів і семінарів. Найбільшим симпозіумом, організованим Nanonet, є «Японія Nano», який проводиться в лютому-березні кожного року. Крім того, щорічно організуються національні й міжнародні конференції.

В **Росії** найвагоміший статус має Міжнародний форум з нанотехнологій «Rusnanotech», який вперше відбувся у 2008 р., а згодом став щорічним.

Велика увага приділяється також *проведенню роз'яснювальної роботи із суспільством та підготовці кадрів*.

У **Росії**, наприклад, є спеціальна лабораторія на колесах – «Нанотрак», в якій передбачена можливість досліджувати наноматеріали, що застосовуються у військовій сфері, енергетиці та електроніці. Також можна протестувати нанокамуфляжі, маскувальний матеріал, наноімпланти, різальні інструменти зі спеціальним нанопокриттям, нанофільтри для води та ін. «Нанотрак» був створений з метою зацікавити наукою молоде покоління [12].

Аналогічна виставка працює у **Німеччині**. «Нановиставка на колесах» – це спеціально обладнаний автобус, який представляє собою мобільний виставковий і комунікаційний центр. Він, більшою мірою, призначений для зацікавлення учнівської молоді та інформує її про основи сфери застосування і перспективи розвитку нанотехнологій.

Нанотехнологічний дослідницький мережевий центр **Японії** Nanonet також проводить заняття для громадськості, в тому числі для дітей, а також підготовку освітніх матеріалів, таких як відео («Пригоди Nano») і комікси, для успішного масового впровадження нанотехнологій [4].

У **США** з метою популяризації нанотехнологій у суспільстві і обґрунтування необхідності виділення масштабного фінансування у цю сферу в рамках NNI була розроблена програма «Великі виклики» (Grand Challenges), що включає «показове» вирішення прикладних проблем за допомогою нанотехнологій, зрозумілих будь-якому члену суспільства.

Крім того провідними країнами у сфері нанотехнологій видаються науково-популярні брошури, створюються спеціальні Інтернет-портали для надання максимально повної інформації про стан розвитку наносфери тощо.

Дослідивши основні інструменти розвитку нанотехнологій, які використовуються країнами-лідерами цієї сфери, доцільно буде також розглянути результативність згаданих заходів.

Так, на сьогодні, одним із найважливіших показників оцінки результативності наукової діяльності у світовій практиці є кількість публікацій та рівень цитованості наукових статей (табл. 4).

Таблиця 4

**Кількість статей, присвячених нанотехнологіям, та їх
питома вага в загальній кількості статей в 2007–2012 рр.**

№ п/п	Країна	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Кількість статей присвячених нанотехнологіям, шт.</i>						
1	Канада	1 799	1 960	2 046	2 386	2 578
2	Китай	15 414	17 66	20 227	24 949	27 896
3	Франція	3 832	4 018	4 236	4 554	4 759
4	Німеччина	5 305	5 700	6 213	6 834	6 894
5	Японія	6 145	6 224	6 302	6 763	6 635
6	Росія	2 342	2 521	2 713	2 845	2 838
7	Південна Корея	4 213	4 604	5 337	6 344	6 804
8	Тайвань	2 253	2 506	2 719	3 165	3 057
9	Великобританія	2 900	3 091	3 236	3 440	3 575
10	Україна	581	479	563	678	600
11	США	14 785	15 587	17 409	18 747	19 585
<i>Питома вага в загальній кількості статей, %</i>						
1	Канада	2,65	2,65	2,49	2,51	2,55
2	Китай	22,67	23,85	24,59	26,24	27,64
3	Франція	5,64	5,43	5,15	4,79	4,71
4	Німеччина	7,80	7,70	7,55	7,19	6,83
5	Японія	9,04	8,41	7,66	7,11	6,57
6	Росія	3,45	3,41	3,30	2,99	2,81
7	Південна Корея	6,20	6,22	6,49	6,67	6,74
8	Тайвань	3,31	3,38	3,30	3,33	3,03
9	Великобританія	4,27	4,80	3,93	3,62	3,54
10	Україна	0,85	0,65	0,68	0,71	0,59
11	США	21,75	21,05	21,16	19,72	19,40

Джерело: складено автором на основі даних Statnano [Електронний ресурс]. / Статистична система. – Доступний з: <<http://www.statnano.com>>

Одним із найважливіших показників розвитку технології є кількість патентів (табл. 5).

Як видно із наведених даних, лідером за кількістю отриманих патентів на нанотехнологічні розробки у світі є США. Так, за загальним числом патентів у сфері нанотехнологій на частку американських компаній, університетів і приватних осіб припадає більше 50% усіх виданих у світі патентів. Друге місце за цим показником посідає Японія. Росія, не зважаючи на значні обсяги інвестицій у нанотехнологічну сферу, на даний момент демонструє значне відставання. Однак необхідно враховувати те, що не всі патенти, отримані Російською Федерацією, є зареєстрованими у Бюро з реєстрації патентів і торгових марок США.

Таблиця 5

**Кількість патентів у сфері нанотехнологій, опублікованих
у Бюро з реєстрації патентів і торгових марок США в 2009–2012 рр.**

№ п/п	Країна	2009	2010	2011	2012
1	Канада	344	428	475	390
2	Китай	302	385	478	549
3	Франція	521	636	687	625
4	Німеччина	836	1 116	988	969
5	Японія	3 004	3 276	3 371	3 513
6	Росія	35	32	26	34
7	Південна Корея	816	1 155	1 209	1 320
8	Тайвань	672	773	831	1 055
9	Великобританія	346	460	475	475
10	США	12 879	15 230	14 562	15 695
11	Україна	1	6	5	7
12	Світ у цілому	21 578	24 608	25 376	27 356

Джерело: складено автором на основі даних Statnano [Електронний ресурс]. / Статистична система. – Доступний з: <<http://www.statnano.com>>

Лідерство за кількістю та значущістю наукових публікацій також належить США. Проте позиції сукупності країн Європейського Союзу тут значно сильніші. Таку ситуацію можна пояснити тим, що США більшою мірою орієнтовані на комерційний успіх нових технологій, а ЄС – на проведення наукових досліджень з метою отримання нових знань. Причина такої ситуації полягає в тому, що дослідження в області

нанотехнологій у Європі значною мірою фінансуються державою, підтримка європейських нанотехнологічних досліджень з боку бізнесу є більш слабкою. У США, на сьогодні, обсяги інвестицій приватного бізнесу перевищують державні асигнування, а держава фінансує переважно ті розробки, які спрямовані на потреби оборонно-промислового комплексу та забезпечують економічну і воєнну безпеку країни. Також експерти зазначають, що ЄС притаманна менш чітка, в порівнянні з США і Японією, наукова та технологічна спеціалізація [1, с. 127–128, 13].

Висновки. Дослідивши рівень фінансування розвитку нанотехнологій та інтенсивність використання інших інструментів, спрямованих на розбудову цієї сфери, можна зробити висновок, що на сьогодні лідером з розвитку нанотехнологій залишається США. Основними їх конкурентами виступають ЄС, Китай та Росія. Результати дослідження, а саме рівень становлення національної системи розвитку нанотехнологій у ряді технологічно розвинених країн демонструє табл. 6.

Таблиця 6

Рівень становлення національної системи розвитку нанотехнологій у технологічно розвинених країнах

	США	Китай	Японія	ЄС	Німеччина	Росія
наявність державних програм розвитку сфери та рівень державного фінансування	+++	+++	++	++	++	+++
підтримка зацікавленості бізнесу у сфері нанотехнологій	+++	+	++	++	++	+
фінансування приватним сектором та комерціалізація технологій	+++	+	+++	++	++	+
розвиток мережевих структур (в т.ч. нанокластерів)	+++	++	++	+++	+++	+
побудова технологічних прогнозів розвитку сфери	+++	+	++	+++	+++	+
популяризація нанотехнологій	+++	++	++	+++	+++	++

Примітка: +++ - високий рівень; ++ - середній рівень; + - низький рівень
Джерело: складено автором

Слід зазначити, що перелічені країни займають лідируючі позиції з розвитку нанотехнологічної сфери завдяки активній участі держави на першому етапі формування наноіндустрії. Урядами країн була здійснена основна частина робіт із створення наукового та інвестиційного заділу, формування інноваційної інфраструктури, створивши платформу для співпраці між науковими установами та приватними підприємствами, а також налагодивши державно-приватне партнерство.

Натомість в Україні, з поміж проаналізованих інструментів державної підтримки становлення національної наноіндустрії, використовується лише розробка державних програм, фінансування яких є досить нестабільним. Реалізація таких програм почалася у 2001 р. Таким чином, фактично розбудова вітчизняної наноіндустрії триває вже понад 10 років, що дозволяє ставити Україну за цим показником в один ряд із провідними країнами нанотехнологічної сфери, оскільки прийняття національної нанотехнологічної ініціативи США було здійснено у 2000 р., а Національна стратегія нанотехнологій діє в Японії з 1999 р. Проте реальний рівень фінансування, наявна структура інституційного забезпечення розвитку нанотехнологій та відсутність дієвого механізму контролю за реалізацією дій, спрямованих на розбудову згаданої сфери, не може гарантувати Україні не тільки світового лідерства, а й місця на ринку високотехнологічних товарів та послуг.

Якщо вітчизняна політика у нанотехнологічній сфері має на меті не тільки формальне слідування світовим тенденціям розвитку інноваційної сфери, то для здійснення більш істотного впливу на перебіг процесів становлення вітчизняної наноіндустрії необхідно скористатися успішним світовим досвідом розбудови даної сфери.

Так, перш за все, Україні необхідно затвердити стратегію розвитку нанотехнологій, а також створити адміністративного координатора галузі. Це дозволить подолати відомчу роз'єднаність робіт з нанотехнологій, дублювання завдань реалізованих програм, яка є на сьогодні, а також дозволить забезпечити процес формування єдиного механізму державної підтримки нанотехнологічної сфери в цілому.

Для забезпечення успішного розвитку нанотехнологічної сфери в Україні необхідним також є:

- закріплення на законодавчому рівні термінологічного визначення нанотехнологій;
- розроблення та запровадження нової статистичної форми, яка надасть можливість вирішувати завдання в сфері обліку, аналізу й стандартизації наукової, науково-технічної, інноваційної й виробничої діяльності в галузі нанотехнологій;
- проведення систематичних робіт з прогнозування основних напрямів розвитку нанотехнологій та визначення найбільш перспективних для України;
- проведення діалогу з бізнесовим середовищем і суспільством щодо перспектив комерціалізації і наслідків використання нанопродуктів для здоров'я людей та навколишнього середовища;

– формування розвиненої інфраструктури для комерціалізації результатів досліджень, прискорення трансферу технологій у виробництво, створення транспарентних умов для конкуренції і державно-приватного співробітництва.

Організаційно-економічні передумови розвитку нанотехнологічної сфери в Україні більш детально буде розглянуто автором у подальших дослідженнях.

Список використаних джерел

1. Дементьев В.Е. Борьба за нанотехнологическое лидерство: США, ЕС, Китай, Россия / Дементьев В.Е. // Журнал новой экономической ассоциации. – 2009. – № 3-4. – С. 123–144.
2. Global Fundings of Nanotechnologies & Its Impact. [Електронний ресурс]. July –2011. – р.6–7. – Доступний з: <<http://cientifica.eu>>.
3. Frequently asked questions [Електронний ресурс]. // Офіційний портал Національної нанотехнологічної ініціативи США. – Доступний з.
4. Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України: монографія / М. О. Кизим, І. Ю. Матюшенко. – Х.: ВД «НЖЕК», 2011. – 392 с.
5. Педерсен Х. Исследования нанопроизводства в 7-й рамочной программе научно-технического развития ЕС/ Секционные доклады международного форума по нанотехнологиям Rusnanotech`09.
6. Азоев Г.Л. Инновационные кластеры nanoиндустрии/ Г.Л. Азоев и др.; под. ред. Г.Л. Азоева. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 296 с.
7. Фролов Д.И. Институциональная логика технологического прогресса (случай нанотехнологий) / Д.И. Фролов // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). – Т. 4. – 2012. – № 01. – С. 49–64.
8. Соколов А.В. Форсайт и технологические дорожные карты для nanoиндустрии / Соколов А.В., Карасев О.И. // Российские нанотехнологии. —Т. 4. (2009). – № 3–4, с. 4–9.
9. European Commission [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://ec.europa.eu>.
10. MINAM/NANO futures platform [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://www.minamwebportal.eu>.
11. International Technology Roadmap for Semiconductors [Електронний ресурс]. –Доступний з:
12. Інформаційний портал [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://ubr.ua>.
13. Хульман А. (2009): Экономическое развитие нанотехнологий. Обзор индикаторов // Форсайт. № 1 (9). – С. 30–47.

Стаття надійшла до редакції 10.02.2014