

2. СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО І МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-2>

УДК 339.942.

Бутко Б.О.

аспірант,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Butko Boghdan

Taras Shevchenko National University of Kyiv

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ НАНОТЕХНОЛОГІЙ ТА НАНОПРОДУКЦІЇ

У статті розглянуто тенденції розвитку світового ринку нанотехнологій та нанопродукції. Визначено структуру витрат на НДДКР країнами-лідерами ринку нанотехнологій та нанопродукції. Проаналізовано динаміку витрат у субсекторах ринку. Досліджено форми та механізми міждержавної кооперації у сфері високих технологій, специфіку ринку нанотехнологій. Доведено, що застосування нанотехнологій та нанопродуктів у різних галузях економіки та сферах життєдіяльності має виражений синергетичний характер і кумулятивний вплив, стимулює процеси переходу людства до більш високого рівня розвитку. Відзначено існування проблем в Україні щодо функціонування та розвитку ринку нанотехнологій, зокрема в таких сферах, як міждержавне фінансування проектів та ініціатив, а також інших ефективних формах міжнародного співробітництва.

Ключові слова: нанотехнології, наноматеріали, наоіндустріалізація, NBIC-конвергенція, НДДКР.

Постановка проблеми. Світовий ринок нанотехнологій як один із сегментів світового ринку високих технологій нині розвивається найбільш високими темпами. Їхній розвиток став пріоритетним напрямом економічної політики країн-лідерів світового господарства та виступає закономірним проявом еволюції глобальної економічної системи, підставою й імпульсом нової технологічної революції. Застосування нанотехнологій та наноматеріалів у різних галузях, міжгалузевих і територіальних комплексах, в обслуговуючих їхніх функціонування сферах (фінансова, інформаційна та ін.), сегментах ринків та секторах (державному, приватному, корпоративному, змішаному) глобальної економічної системи дає виражені синергетичні і кумулятивні ефекти, стимулюючи процеси переходу людства на вищий якісний рівень розвитку.

Аналіз останніх публікацій. Значний внесок у дослідження проблематики ринку нанотехнологій зробили М. Роко, В. Бейнбрідж, Г. Ерліх, А. Клунак, К. Роден-Харді, Ю. Головин, С. Глазьев, В. Харитонов.

Не вирішені раніше частини загальної проблеми. Незважаючи на визначну актуальність проблематики ринку нанотехнологій та позиціонування на ньому України, про що свідчить запроваджена поста-

вою уряду державна цільова науково-технічна програма на 2010–2014 рр., проблематиці ринку нанотехнологій, а саме міждержавному фінансуванню проектів та ініціатив та інших ефективних форм міжнародного співробітництва та пошуку шляхів подолання відставання держави в цьому напрямі з урахуванням досвіду країн-лідерів ринку нанотехнологій та адаптації цього досвіду до вітчизняних реалій приділено в науковому вітчизняному просторі не досить уваги.

Метою дослідження є визначення тенденцій розвитку ринку нанотехнологій як складової частини ринку високих технологій, що базується на вивченні динаміки показників витрат на НДДКР у сфері нанотехнологій провідними країнами світового господарства.

Виклад основного матеріалу. Галузевий аспект розвитку ринку високих технологій характеризується насамперед тим, що ядром шостого технологічного укладу виступають технології, зазначені на рис. 1. Центральне місце серед різноманітних технологій, що формують шостий технологічний уклад, посідають нанотехнології [1].

Японський фізик Норіо Танігуті, який вперше використав термін «нанотехнології» у 1974 році в своїй роботі «На засадах концепції нанотехнології» (On the

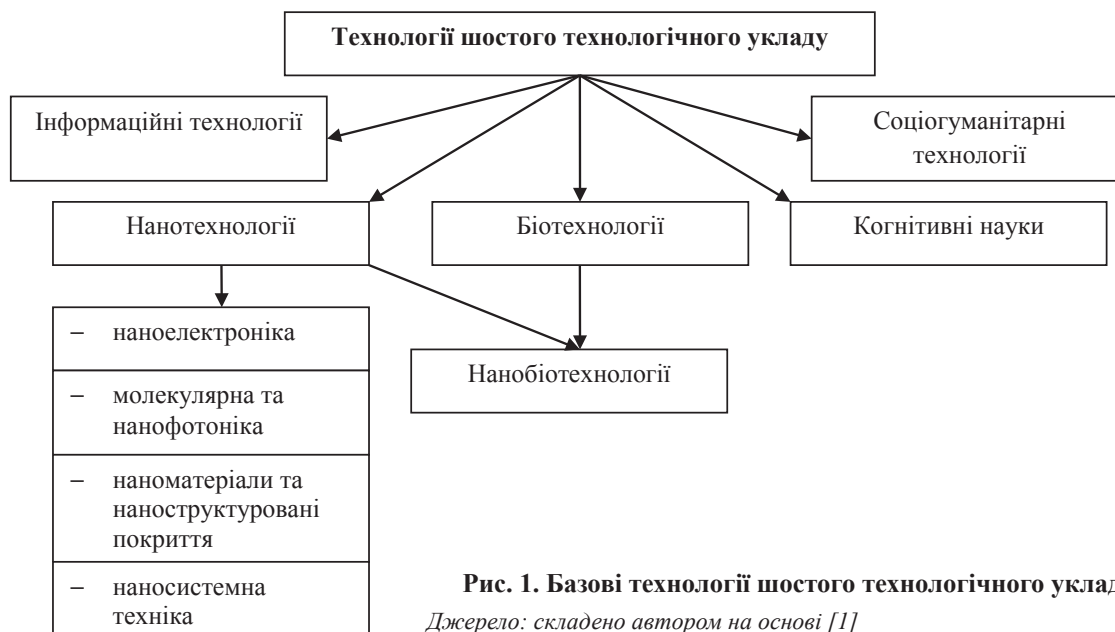


Рис. 1. Базові технології шостого технологічного укладу

Джерело: складено автором на основі [1]

Basic Concept of «Nano-Technology») надає таке визначення цього терміна: «Нанотехнології переважно складаються з процесів поділу, об'єднання та деформації матеріалів атом за атомом або молекула за молекулою» [2]. Таким чином відбувається перехід від одного рівня на інший – від мікро- до нанорівня. Зазначений процес можна охарактеризувати як стрибкоподібний перехід до маніпуляцій з окремими атомами.

Згідно з визначенням Міхаеля Роко, голови підкомітету з нанонауки, нанотехніки і нанотехнологій Національної ради з питань науки і технологій при президенті США, до нанотехнологій належать розробки, в яких використовуються матеріали і системи, що відповідають трьом умовам: принаймні один з їх просторових вимірів не перевищує 100 нанометрів; під час їх виготовлення використовуються процеси, в основі яких лежить фундаментальний контроль над фізичними і хімічними властивостями молекулярних структур; вони можуть бути об'єднані в більш великі структури [3].

Як зазначає Ю.І. Головін, «всього за кілька останніх років розроблено сотні наноструктурованих продуктів конструкційного і функціонального призначення та реалізовані десятки способів їх отримання і серійного виробництва. Можна виділити кілька основних сфер їх застосування: високоміцні нанокристалічні й аморфні матеріали, тонкоплівкові і гетероструктурні компоненти мікроелектроніки й оптоелектроніки наступного покоління, магнітом'які і магнітотверді матеріали, нанопористі матеріали для хімічної і нафтохімічної промисловості (каталізатори, адсорбенти, молекулярні фільтри, сепаратори), інтегровані мікроелектромеханічні пристрої, негорючі наноккомпозити на полімерній основі, паливні елементи, електричні акумулятори та інші перетворювачі енергії, біосумісні тканини для трансплантації, лікарські препарати» [4]. Загалом нау-

кові основи та об'єкти нанонауки і нанотехнології, діапазон застосування нанотехнологій наведено на рис. 2.

Фактично за останнє десятиріччя мільярди доларів були спрямовані на розвиток нанопродуктів та нанотехнологій. Уряди інвестували близько 10 млрд. доларів США в нанотехнології у 2011 році. Протягом 2012–2015 рр. зростання державного фінансування відбулося на 20% у рік. Тільки уряд США виділив майже 20 млрд. доларів на фінансування нанотехнологій за період 2001–2014 рр. Китайський уряд для підтримки нанотехнологій, за оцінками, збільшує фінансування в розмірі 30–45% на рік, починаючи з 2004 року. До кінця 2010 року глобальні державні видатки у сфері нанотехнологій, за оцінками, досягли 67,5 млрд. доларів США. Сукупне корпоративне і приватне фінансування на розробки і дослідження в галузі нанотехнологій, за оцінками, становитиме до 2015 року ще додатково 150 млрд. доларів США [5].

Понад шістьдесят країн прийняли національну нанотехнологічну ініціативу в період між 2000 і 2012 роками. Цей процес почався на рубежі тисячоліть зі створення Сполученими Штатами Америки Національної Нанотехнологічної Ініціативи – The National Nanotechnology Initiative (NNI) у 2000 році. У тому ж році у Швеції створили ініціативу у сфері нанотехнологій. Після цього стався правжній вибух національних нанотехнологічних ініціатив: дванадцять країн встановили ті чи інші національні програми в 2001 році. Такі країни, як Люксембург, Естонія, Китай, Канада і Японія, розробили нові програми. Відтоді динаміка створення національних програм у галузі нанотехнологій посилилася, з останніх можна назвати Австралію (2010 рік) та Ірак (2012 рік). До речі, Державна цільова науково-технічна програма «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки була схвалена Кабінетом міністрів України ще у жовтні 2009 року [6].



Рис. 2. Наукові основи та об'єкти нанонауки і нанотехнології

Джерело: складено автором на основі [4]

У структурі виробництва продукції, виготовленої з використанням нанотехнологій, серед регіонів світу найбільша частка належить США (46%), на другому місці (28%) – країни Європи (Великобританія, Франція, Німеччина, Фінляндія, Швейцарія, Італія, Швеція, Данія, Нідерланди). Країни Східної Азії (Китай, Тайвань, Південна Корея, Японія) забезпечують близько 20 % ринку продукції наноіндустрії. У число інших країн із часткою ринку нанотехнологічної продукції 6% увійшли Австралія, Канада, Мексика, Ізраїль, Нова Зеландія, Малайзія, Таїланд, Сінгапур і Філіппіни [7]. Перспективи засвідчують, що найбільш поширеними сферами застосування нанотехнологій у майбутньому стануть галузі промисловості: машинобудування, автомобільна промисловість, мікроелектроніка, оптоелектроніка, медицина, екологія та сільське господарство.

Система впроваджених нанотехнологій перетворилася в базовий чинник, що має найбільш істотний вплив на динаміку глобальної економіки, з ефектом, який, як очікується, перевищить ефект від появи і масового освоєння інформаційно-комунікативних технологій. Такий висновок прямо випливає з того, що нанотехнології знаходять широке застосування практично у всіх секторах виробництва. Особливо це справедливо щодо наноматеріалів, використання яких кардинально знижує обсяг виробничого споживання обмежених і не відтворюваних природних ресурсів. Крім того, застосування нанотех-

нологій істотно підвищує економічну ефективність за рахунок зниження витрат виробництва матеріалів, зниження обсягу споживання енергоресурсів, підвищення кваліфікації трудових ресурсів, а також зростання терміну експлуатації обладнання й інструментів. Ці факти наочно свідчать про те, що нанотехнології є головним джерелом глобальної конкурентоспроможності в майбутньому світі. Саме тому уряди багатьох країн приділяють особливу увагу підтримці та фінансуванню досліджень і розробок у галузі нанотехнологій. Динаміка державних витрат на фінансування таких програм основними гравцями світового ринку у цій сфері – Сполученими Штатами Америки та країнами-членами Європейського Союзу – є, з одного боку, ілюстрацією особливої уваги урядів до ринку високих технологій загалом і до ринку нанотехнологій зокрема, а з іншого – своєрідним відображенням провідної тенденції розвитку світового ринку високих технологій (рис. 3 і рис. 4).

Як бачимо, тоді як розмір державного фінансування програм із розвитку нанотехнологій всього за десять років виріс у Сполучених Штатах Америки у 3,5–4 рази, в Європейському Союзі фінансування аналогічних програм збільшилося більш ніж у 10 разів, що, на наш погляд, свідчить про подальше загострення конкурентної боротьби на ринку нанотехнологій.

Загалом динамічний розвиток нанотехнологій притаманний сьогодні багатьом країнам світу, і про-

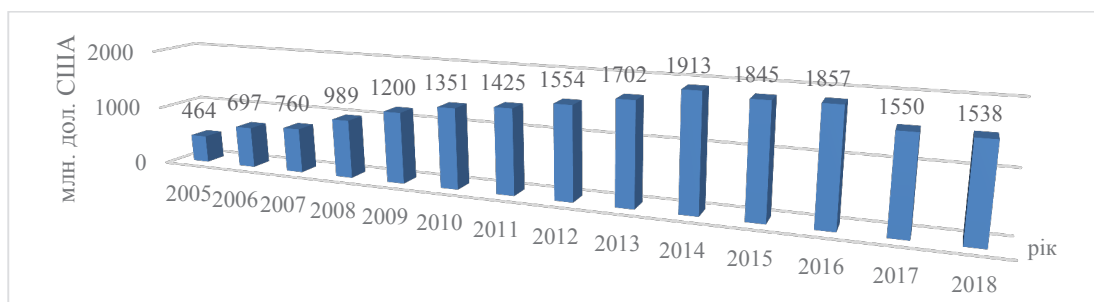


Рис. 3. Бюджет «Національної нанотехнологічної ініціативи» США з 2005 р. по 2018 р.

Джерело: складено автором на основі [8; 9]

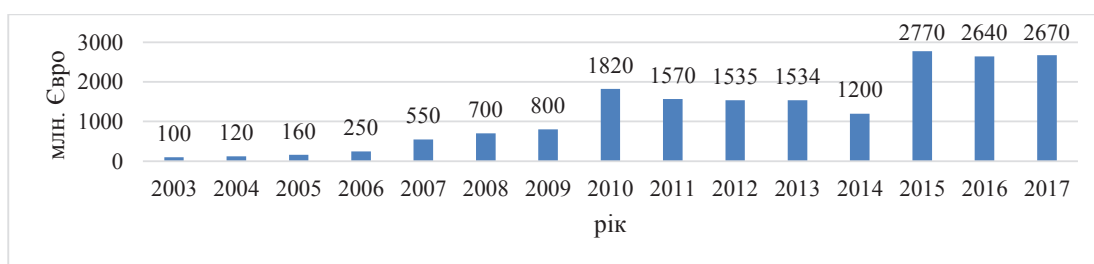


Рис. 4. Загальні державні витрати на нанотехнології країн-членів Європейського Союзу

Джерело: складено автором на основі [9]

гнози подальшого їх застосування у світовій економіці досить оптимістичні.

Дані табл. 1 наочно ілюструють, що в сучасній мегаекономіці наноіндустріалізація формує глобальні потоки і ринки нанотоварів і послуг; мегацентри досліджень, створення нанотехнологій і концентрації наноіндустрії; глобальні мережі і вузли комунікацій, інформації та наноінфраструктури; глобальні інститути та організації для ефективних трансформацій і трансакцій у сфері наноіндустрії.

Висновки. Нанотехнології – це абсолютно унікальне явище, оскільки вони: розширили і змінили виробничі можливості; пропонують широку техно-

логічну платформу для промисловості, біомедицини та екології, а також майже нескінченний спектр потенційного використання; дають змогу проводити маніпуляції на базовому рівні організації атомів і молекул, де фундаментальні властивості і функції всіх штучних і живих систем визначені; дають можливість переломити тенденцію спеціалізації наукових дисциплін, сприяють об'єднанню концепцій у сфері досліджень і освіти, а також інтеграції інженерних і технологічних систем; стимулювали всі розвинені країни та багато інших країн інвестувати в нанотехнології; стали одним з основних драйверів для технологічних та економічних змін, а це стимулює значний обсяг промислової конкуренції.

Таблиця 1

Шість ключових показників розвитку нанотехнологій у світі та США

Світ (США)	Кількість зайнятих працівників	Наукові публікації	Патентні заявки	Ринок готової продукції	Загальне фінансування розробок і досліджень	Венчурний капітал
2000 (факт)	60 000 (25 000)	18 085 (5 342)	1 197 (405)	30 млрд. дол. США (13 млрд. дол. США)	1,2 млрд. дол. США (0,37 млрд. дол. США)	0,21 млрд. дол. США (0,17 млрд. дол. США)
2008 (факт)	400 000 (150 000)	65 000 (15 000)	12 776 (3 729)	200 млрд. дол. США (80 млрд. дол. США)	15 млрд. дол. США (3,7 млрд. дол. США)	1,4 млрд. дол. США (1,17 млрд. дол. США)
2000–2008 (середнє зростання в рік)	25%	23%	35%	25%	35%	30%
2015 (2000 оцінка)	2 000 000 (800 000)			1 трлн. дол. США (400 млрд. дол. США)		
2020 (екстраполяція)	6 000 000 (2 000 000)			3 трлн. дол. США (1 трлн. дол. США)		

Джерело: складено автором на основі [3]

Список літератури:

1. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / под ред. академика РАН С.Ю. Глазьева и профессора В.В. Харитонова. 2009. URL: <http://www.glazev.ru/upload/iblock/b12/b12e5e876427fd9cbeac3aace1e53079.pdf> (дата звернення: 20.09.2017).
2. History of Nanotechnology. Nanotechnology. Available at: <http://www.kheper.net/topics/nanotech/nanotech-history.htm> (accessed: 03.02.2019).
3. Mihail C. Roco. The long view of nanotechnology development the National Nanotechnology Initiative at 10 years. Springer Science+Business Media B.V. (outside the USA. http://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/MCR_11-0201_JNR13_NNI+at+10+years_11051_2010_192_print.pdf (accessed: 03.02.2019).
4. Головин Ю.И. Нанотехнологическая революция стартовала! URL: http://www.abitura.com/modern_physics/nano/nano2.html (дата обращения: 20.09.2017).
5. Clunan A.L., Rodine-Hardy K Nanotechnology in a Globalized World: Strategic Assessments of an Emerging Technology. 2014. URL: http://www.nps.edu/Academics/Canters/CCC/PASCC/Publications/2014/2014_006_Nanotechnology_Strategic_Assessments.pdf (accessed: 03.02.2019).
6. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010-2014 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 28.10.2009 р. № 1231. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1231-2009-%D0%BF> (дата звернення: 20.09.2019).
7. Маркетинговое исследование «Российский рынок нанотехнологий: итоги 2011 г., прогноз 2012-2013 гг.», NeoAnalytics, 2009. URL: http://marketing.rbc.ru/news_research/06/11/2012/562949985078554.sht (дата обращения: 20.09.2017).
8. The national nanotechnology initiative Supplement to the President's 2017 Budget. – Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology; Committee on Technology; National Science and Technology Council. 2017. URL: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NNI_FY15_Final.pdf (accessed: 03.02.2019).
9. Nanoscience Nano Funding in Europe: An Overview. The Asian Technology Information Program (ATIP)/Europe. 2017 / ATIP/Europe. URL: <http://atip.org/atip-publications/atip-reports/2017/6214-atip08-007-nanosciencenano-funding-in-europe-an-overview.html> (accessed: 03.02.2019).

References:

1. Glaz'ev, S.Ju., Haritonov, V.V. (ed.) (2009). Nanotehnologii kak kljuchevoj faktor novogo tehnologicheskogo uklada v jekonomike [Nanotechnology as a key factor of the new technological order in the economy].
2. History of Nanotechnology. Nanotechnology (2003). Available at: <http://www.kheper.net/topics/nanotech/nanotech-history.htm> (accessed: 03.02.2019).
3. Mihail, C.R. (2017). The long view of nanotechnology development the National Nanotechnology Initiative at 10 years. Springer Science+Business Media B.V. (outside the USA. Available at: http://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/MCR_11-0201_JNR13_NNI+at+10+years_11051_2010_192_print.pdf (accessed: 03.02.2017).
4. Golovin, Ju.I. (2015). Nanotehnologicheskaja revoljucija startovala! [The nanotechnology revolution has started!] Available at: http://www.abitura.com/modern_physics/nano/nano2.html (accessed: 03.02.2015).
5. Clunan, A.L., Rodine-Hardy, K. (2014). Nanotechnology in a Globalized World: Strategic Assessments of an Emerging Technology. Available at: http://www.nps.edu/Academics/Canters/CCC/PASCC/Publications/2014/2014_006_Nanotechnology_Strategic_Assessments.pdf (accessed: 03.02.2017).
6. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi naukovo-tekhnichnoi prohramy «Nanotekhnolohii ta nanomaterialy» na 2010-2014 roky [About the approval of the State target scientific and technical program "Nanotechnologies and nanomaterials" for 2010-2014] (2009). *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 28.10.2009. No. 1231*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1231-2009-%D0%BF> (accessed: 03.02.2019).
7. Marketingovoe issledovanie «Rossijskij rynok nanotehnologij: itogi 2011 g., prognoz 2012-2013 gg.» [Marketing research "Russian market of nanotechnologies: results of 2011, forecast of 2012-2013"] (2014). NeoAnalytics, Available at: http://marketing.rbc.ru/news_research/06/11/2012/562949985078554.sht (accessed: 03.02.2017).
8. The national nanotechnology initiative Supplement to the President's 2017 Budget. Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology; Committee on Technology; National Science and Technology Council (2017). Available at: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/NNI_FY15_Final.pdf (accessed: 03.02.2018).
9. Nanoscience Nano Funding in Europe: An Overview. The Asian Technology Information Program (ATIP) / Europe. (2017) / ATIP/Europe. URL: <http://atip.org/atip-publications/atip-reports/2017/6214-atip08-007-nanosciencenano-funding-in-europe-an-overview.html> (accessed: 03.02.2019).

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОПРОДУКЦИИ

В статье рассмотрены тенденции развития мирового рынка нанотехнологий и нанопродукции. Определена структура расходов на НИОКР странами-лидерами рынка нанотехнологий и нанопродукции. Проанализирована динамика расходов в субсекторах рынка. Исследованы формы и механизмы межгосударственной кооперации в сфере высоких технологий, их специфика на рынке нанотехнологий. Доказано, что применение нанотехнологий и нанопродуктов в различных отраслях имеет выраженный синергетический характер и кумулятивное воздействие, стимулирует процессы перехода человечества к более высокому уровню развития. Отмечено существование проблем в Украине относительно функционирования и развития рынка нанотехнологий, в частности в таких сферах, как межгосударственное финансирование проектов и инициатив, а также других эффективных формах международного сотрудничества.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, наноиндустриализация, NBIC-конвергенция, НИОКР.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE GLOBAL MARKET FOR NANOTECHNOLOGIES AND NANOPRODUCTS

The article is devoted to conduct a scientific foundations and objects of nano-sciences and nanotechnologies, the range of their applications in various fields and areas of life, in particular: physics, chemistry and biology. The trends of nanotechnology market development as a component of high technology market have been considered, which is based on the study of dynamics of indices of R & D expenditures in the field of nanotechnology by the leading countries of the world economy. The structure of expenses for R & D by the leaders of the market of nanotechnology and nanoproducts has been determined. The trends and forecasts of key indicators of nanotechnology development in the world and the USA have been presented. The forms and mechanisms of interstate cooperation in the sphere of high technologies that belong to specific nanotechnologies of the market have been investigated. The actual intergovernmental target programs and initiatives aimed at strengthening the convergence of knowledge in the field of nanotechnology research have been highlighted. It has been proved that the application of nanotechnologies and nanoproducts in various fields of economy and spheres of life gives a pronounced synergetic character and cumulative effect, stimulates the processes of transition of mankind to a higher level of development. It has been proved that the situation of different states in the international market of nanotechnologies of high-tech markets, in the conditions of globalization of the world economy, exacerbates competition in the field of nanotechnology. Therefore, the leading manufacturers of high-tech products still remain developed countries, but the contribution of other economies to the innovation sector is also increasing. The existence of problems in Ukraine with regard to the functioning and development of the nanotechnology market has been noted. In particular, these are areas such as interstate funding for projects and initiatives, as well as other effective forms of international cooperation.

Key words: nanotechnologies, nanomaterials, nanoindustrialisation, NBIC-convergence, research and development.