

УДК 6:539.2-022.532:1

І.В. ВЛАДЛЕНОВА, д-р. філос. наук, проф., НТУ «ХП»

ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ НАНОНАУКИ

Впровадження та розробка високих технологій актуалізують глибинні процеси трансформацій засад науки, які у зв'язку з недостатньою розробленістю та дискусійністю вимагають усебічного філософського аналізу. Визначено філософські засади нанонауки. Безумовно, вплив нових технологій на спосіб життя та культуру дуже великий і породжує цілий ряд етичних, економічних, правових і соціальних проблем. Тому необхідно мати повне уявлення про нові технології, щоб мати можливість аналізувати весь комплекс процесів, який може запустити їх передбачуване застосування.

Ключові слова: нанонауки, нанотехнології, філософські засади.

У сучасному суспільстві високі технології є визначальним чинником економічного розвитку, головним джерелом поповнення бюджетних коштів провідних світових держав, основою забезпечення національної безпеки держави. Розвиток нових технологій супроводжується переоцінкою ролі науки в розвитку цивілізації. Зрозуміло, що лише те суспільство, яке має високий рівень розвитку та використання високих технологій, розвинену інфраструктуру, що забезпечує виробництво інформаційних ресурсів і можливість доступу до інформації, може називатися високорозвиненим, саме таке суспільство може забезпечити

© І.В.Владленова, 2015

ISSN 2079-0783. Вісник НТУ "ХП". 2015. №27(1136)

значне зростання рівня захищеності приватних і суспільних сфер життя людини. В Україні з метою розвитку нанотехнологій розроблено ряд науково–організаційних заходів у межах цільової комплексної програми фундаментальних досліджень НАН України «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології» [10].

Під високими технологіями розуміють нові та прогресивні технології сучасності. У числі найперспективніших напрямів технологій можна назвати нанотехнології, гнучку електроніку, інтелектуальні технології, зелені it-технології, автономні системи, біотехнології, лазери та ін.

Об'єми державного фінансування досліджень і розробок у галузі нанонауки постійно збільшуються в багатьох країнах. Це зумовлено тим фактом, що нанотехнології створюють нові можливості для розвитку бізнесу та конкуренції. Існують також довгострокові дослідження, націлені на відкриття нових явищ, процесів і розробку нових типів вимірювальної апаратури. На жаль, поки що не сформовані довгострокові цілі та пріоритети, не створена єдина соціальна програма розвитку нанонауки. **Нанонаука** – це міждисциплінарна галузь науки, що має справу з сукупністю теоретичного обґрунтування, практичних методів дослідження, виробництва і використання продуктів із заданою атомарною структурою шляхом контрольованого маніпулювання окремими атомами та молекулами. Сучасний стан нанонауки включає фундаментальні фізико-хімічні та біологічні дослідження в галузі синтезу та властивостей нанооб'єктів, розробку на цій основі наноматеріалів і наноприладів і їх застосування в різних галузях науки і техніки [14, 15, 16].

Впровадження та розробка високих технологій актуалізують глибинні процеси трансформацій засад науки, які у зв'язку з недостатньою розробленістю та дискусійністю, вимагають усебічного філософського аналізу. У зв'язку з тим, що нанонаука знаходиться тільки у початковому стані, філософське осмислення цієї галузі науки достатньо не осмислено у широкому філософському дискурсі. Але все-таки, хоч і повільно, нанонаука починає обговорюватися у філософських колах. З цього приводу слід відзначити праці Б.Є. Патона О.В. Чумака, присвячені етичним, медичним та соціальним аспектам нанонауки. Трансформаційним процесам у науці, які пов'язані з нанотехнологіями, присвячені праці В.Г. Горохова. Соціально-філософські проблеми нанонауки розглядає В.С. Лук'янець, К. Корсак. Проблеми нанотехнологій порушували й такі дослідники: Е.К. Дрекслер. Н. Віта-Море, Н. Кобаясі, Р. Домінгес, Ж. Алфьорова, Д.Х. Булатова, М. Рибалкіна та ін.

Визначимо філософські засади нанонауки. В.С. Степін зазначає, що в кожній спеціальній галузі науки (у кожній підсистемі наукового знання, що розвивається): фізиці, хімії, біології і так далі, можна виявити

різноманіття форм знання: емпіричні факти, закони, гіпотези, теорії різного типу та різного ступеню подібності [12]. Всі ці види знання організовані в єдність завдяки засадам, на які вони спираються. Таким чином, філософ виділяє засади науки, які визначають стратегію наукового пошуку й опосередковують включення його результатів до культури відповідної історичної епохи. У процесі формування, перебудови та функціонування засад науки найвиразніше прослідковує соціокультурна розмірність наукового пізнання. В.С. Степін виділяє три головні компоненти засад науки: ідеали та норми дослідження, наукову картину світу та філософські засади науки (кожен з них у свою чергу внутрішньо структурований). Ідеали та норми дослідження включають: 1) докази та обґрунтування знання, 2) пояснення й описи; 3) побудови й організації знання. Це – основні форми, в яких реалізуються та функціонують пізнавальні ідеали та норми науки. Другий блок засад науки складає наукова картина світу. Узагальнена характеристика предмету дослідження вводиться в картині реальності за допомогою уявлень: 1) про фундаментальні об'єкти, з яких вважаються побудованими всі інші об'єкти, що вивчаються відповідною наукою, 2) про типологію об'єктів, що вивчаються; 3) про загальні закономірності їх взаємодії, 4) про просторово-часову структуру реальності. Всі ці дії можуть бути описані в системі онтологічних постулатів, за допомогою яких експліцирується картина досліджуваної реальності і які виступають як засада наукових теорій відповідної дисципліни. Картина реальності забезпечує систематизацію знань в межах відповідної науки. Далі – філософські засади науки. Введення наукового знання в культуру передбачає його філософське обґрунтування. Річ у тому, що наукові картини світу (схема об'єкта), а також ідеали та нормативні структури науки (схема метода) не лише в період їх формування, але і в подальші періоди перебудови потребують своєї стиковки з пануючим світоглядом тієї або іншої історичної епохи, з категоріями її культури. Цю «стиковку» і забезпечують філософські засади науки. До філософських засад науки відносять також філософські ідеї і принципи, які забезпечують евристику пошуку. На етапі становлення інформаційно-технічної революції складаються нові структури філософських засад природознавства [12]. Сьогодні відбуваються нові радикальні зміни в засадах науки. Вони характеризуються новим осмисленням структури фізичної реальності, уявленням про навколишній світ. Розвиток нанотехнологій приводить до нової нанотехнологічної революції, що вимагає перегляду цінностей. Відбувається становлення нового типу мислення, основним критерієм якого є готовність радикально змінити методи та системи цінностей, на які спираються наука та технології, міждисциплінарні та проблемно орієнтовані форми дослідницької діяльності. Відбувається лавиноподібне збільшення знання, яке потім

трансформується в технології, які приводять до нового вигляду виробництва та науки. **Нанотехнології** – це перший надгалузевий фундамент для розвитку всіх без виключення галузей нової наукоємкої економіки постіндустріального суспільства. Головна риса нанотехнологій – це їх наддисциплінарність. На відміну від інших наукових революцій, нанотехнологічна революція розвивається на основі синтезу та взаємного збагачення різних технологій, що породжує у життя безліч нових відкриттів і концепцій. Безумовно, як і будь яка інша, нанотехнологічна революція – процес вельми тривалий, а зміна одних технологій сучаснішими займе десятиліття. Принципова особливість нанотехнологічної революції полягає в тому, що в її ході відбувається зміна стратегії розвитку науки. Раніше наука рухалася у бік мініатюризації створюваних предметів: від великого до малого. Зараз навпаки, відбувається зворотний процес, що починається з рівня атомів, і що дозволяє з них, як з кубиків, створювати потрібні матеріали та системи із заданими властивостями.

До недавнього часу інженери-розробники електронних приладів в своїх розрахунках використовували лише закони класичної фізики. Проте в нанотехнологіях необхідно враховувати квантові ефекти. Унікальні властивості наноматеріалів визначаються тим фактом, що з розміром, який стає меншим за 100 нм, стають істотними квантові ефекти, які підлягають законам квантової механіки. Нанотехнологія, на відміну від ядерної фізики, поки що має справу не з атомами, а з молекулами, кластерами та нанокристаллами. Молекула, як правило, складається з декількох атомів, кластер – з декількох десятків і сотень атомів, нанокристал – з декількох сотень і тисяч атомів, а монокристал – із понад 10^{18} атомів. Цікаво, що при переході від одиничного атома до молекули, кластеру або нанокристалу в розташуванні енергетичних рівнів відбуваються істотні зміни. Фізики вже мають великий досвід в розробці приладів, дія яких заснована на квантовомеханічних принципах. Укладаючи атоми з точністю до одного-двох шарів, вони можуть створювати штучні кристали, молекули та навіть атоми із заданими властивостями. Такі напівпровідникові структури мають розміри в декілька нанометрів. Хоча вказані розміри ще перевищують розміри справжніх атомів, електрони в цих структурах поведуться як квантові об'єкти. Можна виділити три основні типи мікроструктур: квантові ями, нитки та крапки (вони є граничним випадком систем із зниженою розмірністю, які складаються з масиву атомних кластерів або острівців нанометрових розмірів в напівпровідниковій матриці), причому останні інколи називають штучними атомами. Вивчення цих структур не лише відкриває нові сторінки електронної інженерії, але і супроводяться відкриттями фундаментального характеру [13-17].

Безумовно, вплив нових технологій на спосіб життя та культуру дуже великий і породжує цілий ряд етичних, економічних, правових і соціальних проблем [1-8]. Тому необхідно мати повне уявлення про впроваджувані технології, щоб мати можливість аналізувати весь комплекс процесів, які може запустити їх передбачуване застосування. Таке розуміння проблеми дозволить отримати максимальний ефект, користь з використання нанотехнологій, уникнути ухвалення поспішних рішень, негативних наслідків зроблених кроків.

Філософські засади нанонауки (на жаль, як і самі нанотехнології) філософія нанотехнологій ще не розроблена, тому виділені нами засади нанонауки належить ще досліджувати детальніше. До філософських засад нанонауки можна віднести: *онтологічні, гносеологічні, логічні, методологічні, аксіологічні*. **Онтологічні засади нанонауки** – це уявлення про картину світу, тип матеріальних систем, про закони функціонування та розвитку, які народжуються в контексті використання продуктів із заданою атомарною структурою. З онтологічними засадами нанонауки тісно пов'язано поняття **«нанобуття»** – філософське поняття, що фіксує аспект існування суцього, такого, що стає та розкривається для людини за допомогою набуття доступу до ресурсів нанореальності. **Нанореальність** – дійсна форма існування матерії в нанометровому масштабі, розміром до 100 нм. Це можуть бути макрооб'єкти, атомарна структура яких контрольовано створюється з дозволом на рівні окремих атомів, або ж що містить в собі нанооб'єкти. У нанореальності мікроскопічні явища, зневажливо слабкі на звичних масштабах, стають набагато значнішими, що приводить до необхідності обліку квантових ефектів. **Епістемологічні засади нанонауки** служать для виявлення знання, його функціонування та розвитку, на основі якого можливе конструювання нанореальності. Основні питання, що є актуальними при вивченні епістемологічних засад нанонауки, звучать таким чином: «Як структуроване знання»? «Які механізми об'єктивування знання і його реалізації в науково-теоретичній і практичній діяльності»? «Як визначити й отримати знання про нанореальність»? Найбільш перспективними напрямками вивчення нанотехнологій в межах епістемології, на наш погляд, будуть дослідження, що дозволяють визначити швидкість впровадження інновацій в різних галузях практики; вивчення нових форм знання, отриманих в рамках нанонауки, які задають стратегічні, революційні напрями подальшого наукового та соціокультурного розвитку; а також дослідження форм і механізмів перенесення знань з однієї галузі практики в іншу, оскільки нанотехнології наддисциплінарні.

Безумовно, при впровадженні нанотехнологій необхідно враховувати «культурологічний фільтр», тобто культурні, політичні та соціальні особливості даного суспільства, при взаємодії з якими нанотехнології

упроваджуються швидко, а при несумісності – повільно або взагалі не впроваджуються (йдеться про безпеку інновацій і соціальної необхідності їх запровадження). **Гносеологічні засади нанонауки** – це комплекс уявлень про загальні закономірності та можливості процесу пізнання, співвідношення знання, отриманого в межах вивчення нанооб'єктів з об'єктивною реальністю, умов і критеріїв достовірності й істинності пізнання. В межах гносеології розглядається процес пізнання з точки зору стосунків суб'єкта пізнання (в даному випадку дослідника, що працює в межах нанонауки) до об'єкта пізнання (нанооб'єкта). Основне коло гносеологічної проблематики обкреслюється за допомогою таких проблем, як: інтерпретація нанооб'єкту пізнання, структура пізнавального процесу і так далі. Виявлення **логіко–методологічних засад нанонауки** спрямоване на розуміння, конструювання і систематизацію логіко–понятійного апарату, а також розробку методів, засобів і процедур наукової діяльності, способів обґрунтування та розвитку нових методів, які спрямовані на дослідження та діагностику нанооб'єктів і наносистем. Логіко–методологічні засади є також комплексом способів обґрунтування та розвитку знання в нанонауці, актуалізують методологічні проблеми науки, що виникають в ході її розвитку, що, зрештою, приводить до нових відкриттів і зміни стилю наукового мислення. **Аксіологічні засади нанонауки** – це прийняті уявлення про соціокультурну значущість нанонауки в цілому, уявлення про науковий прогрес, до якого призводить розвиток нанонауки та його зв'язку з природою цінностей, соціальний статус нанонауки, зв'язок з різними соціальними та культурними чинниками. Аксіологічні засади наонауки актуалізують сенс життя й історії, кінцеву мету і виправдання людської діяльності, відношення особи та суспільства. Власне аксіологічний аспект – дослідження природи цінностей набуває в нанонауці особливо гострого характеру. Це обумовлено високою оцінкою соціальної значущості нанотехнологій на сучасному етапі розвитку людського суспільства. Сьогодні важко знайти галузь людської діяльності, де б неможливо було б застосувати нанотехнології. Своє використання вони вже знайшли в біотехнології, біохімії, медицині, машинобудуванні, товарах народного вжитку, будівництві, телекомунікації і зв'язку, оптиці і оптоелектроніці, захисних покриттях, композитах, магнітних матеріалах і так далі. Але вивчення питань потенційної небезпеки наноматеріалів і нанотехнологій, розробка критеріїв безпеки для здоров'я людини і довкілля ще не розроблені, немає також комплексу критеріїв оцінки небезпеки відходів нанокompозитних матеріалів і їх продуктів розкладання й так далі. Наноматеріали та нанотехнології можуть робити негативний вплив на здоров'я людини та довкілля. Ці чинники актуалізують аксіологічну компоненту нанонауки. У цьому контексті нанотехнології виступають

сенсоутворюючою підставою людського буття, яка задає спрямованість і мотивованість людського життя, діяльності та конкретним діям і вчинкам. Питання про умови можливості оцінок, що мають «абсолютне значення», їх критерії та співвідносність різних систем цінностей між собою, співвідношення зв'язків «корисно, ефективно» – «шкідливо, деструктивно» найгостріше виявляються в нанонауці.

Слід також відзначити величезну роль нанотехнологій в розвитку інформаційних систем, що призведе до багатократного підвищення продуктивності систем передачі, обробки та зберігання інформації, а також створення нової архітектури високопродуктивних пристроїв з наближенням можливостей обчислювальних систем до властивостей об'єктів живої природи з елементами інтелекту. Можливо, нанотехнології зможуть вирішити й енергетичні проблеми людства. У енергетиці наноматеріали можуть використовуватися для вдосконалення технології створення паливних і конструкційних елементів, підвищення ефективності існуючого устаткування та розвитку альтернативної енергетики (адсорбція та зберігання водню на основі вуглецевих наноструктур, збільшення у декілька разів ефективності сонячних батарей на основі процесів накопичення й енергоперенесення в неорганічних і органічних матеріалах з наночастиною і кластерно-фрактальною структурою, розробка електродів з розвиненою поверхнею для водневої енергетики на основі треккових мембран).

Таким чином, розвиток науки про нанотехнології обіцяє великі можливості для впровадження в розробці нових матеріалів, появи нових комп'ютерів, а також використанні досягнень у всіх галузях людської діяльності [16]. Існують також довгострокові дослідження і розробки, які в майбутньому повинні привести до значних відкриттів в різних галузях науки. Можна виділити пріоритетні напрями, які сьогодні найактивніше розвиваються. Це, перш за все, дослідження, спрямовані на здобуття наноматеріалів; нанобіотехнологія; програмне забезпечення; нанофотоніка; наноелектроніка; наноприладобудування. Найбільш багатообіцяючими можуть бути дослідження галузі нанобіотехнології, наноелектроніки та в створенні нових матеріалів. Нанотехнології обіцяють значний прогрес у фармацевтиці та медицині. Безумовно, подальший розвиток нанонауки спровокує формування нових наукових галузей знання та напрямів. Проте існують і об'єктивні труднощі широкого поширення використання нанотехнологій, які пов'язані з громадською думкою, етичними й іншими соціальними аспектами. Тому на сьогоднішній день не можна точно передбачити подальший розвиток нанонауки. Проте процес розвитку та впровадження нанотехнологій зупинити вже неможливо. Нанотехнології залишаються одним з самих багатообіцяючих наукових напрямів.

- Список літератури:** 1. Владленова І.В. Нанотехнологии: история развития и перспективы / И.В.Владленова // История науки і техніки у вищих навчальних закладах України. Зб.наук.праць № 29. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. – С.19–26. 2. Владленова І.В. Нанотехнології як соціальна загроза / І.В.Владленова // Наука і молодь. Гуманітарна серія. Збірник наукових праць.– К. : Вид– во Національного авіаційного університету «НАУ– друк», Вип. 9, 2009. – С. 47–50. 3. Владленова І.В. Народження Четвертої хвилі: нанотехнологічне суспільство / І.В.Владленова // Практична філософія № 3 (33). – К. : Центр практичної філософії; Інститут філософії ім. Г. С. Сковороди НАН України, 2009. – С.14– 18. 4. Горохов В.Г. Трансформація поняття «машина» в нанотехнології / В.Г. Горохов // Вопросы философии. – 2009. – № 9. – С. 97–155. 5. Корсак К. Наносупільство – найбільш обґрунтована назва суспільства ХХІ століття / К. Корсак // Вища школа. – 2008. – № 12. – С. 90–99. 6. Лук'янець В. Нанотехнології та доля цивілізації / В. Лук'янець ; Розм. Е. Щур // Науковий світ. – 2007. – № 7. – С. 12–15. 7. Лук'янець В.С. Світоглядні імплікації науки / Лук'янець В.С., Кравченко О.М., Озадовська Л.В. – К.: Вид. ПАРАПАН, 2004. – 408 с. 8. Лук'янець В.С. Наукоемкое будущее. Философия нанотехнологии / В.С. Лук'янец // Практична філософія. – №3. – 2003. 9. Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти / Б.Є. Патон [та ін.] // Вісник Національної академії наук України. – 2009. – № 6. – С. 18–26. 10. «Наноструктурні системи, наноматеріали, нанотехнології». – Режим доступу: http://www.imp.kiev.ua/NANO/Ukr/Main/main_conception_ukr.html. 12. Степин В.С. Философия науки и техники: учеб. пособие для вузов [Электронный ресурс] / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – Режим доступа: <http://www.philosophy.ru/library/fnt/00.html>. 13. El–Kareh B. Silicon Devices and Process Integration: Deep Submicron and Nano–Scale Technologies / Badih El–Kareh : Springer, 2009. – 597 p. – ISBN–10: 0387367985. – ISBN–13: 978–0387367989. 14. Gusev E. Advanced Materials and Technologies for Micro/Nano–Devices, Sensors and Actuators (NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics) / Evgeni Gusev, Eric Garfunkel, and Arthur Dideikin : Springer, 2010. – 313 p. – ISBN–10: 904813806X. – ISBN–13: 978–9048138067. 15. Lindsay S. Introduction to Nanoscience / Stuart Lindsay: Oxford University Press, USA; Pap/Cdr edition, 2009. – 448 p. – ISBN– 10: 0199544212. – ISBN– 13: 978– 0199544219. 16. Luttge R. Industrial Micro & Nano Fabrication (Micro and Nano Technologies) / Regina Luttge : William Andrew, 2010. – 600 p. – ISBN–10: 0815515820. – ISBN–13: 978–0815515821. 17. Narlikar V. Oxford Handbook of Nanoscience and Technology: Three– Volume Set (Oxford Handbooks in Physics) (Hardcover) / V.Narlikar, Y.Y. Fu. – Oxford: Oxford University Press, USA , 2010. – 2568 p. ISBN– 10: 019957443X.– ISBN– 13: 978– 0199574438.

Bibliography (transliterated): 1. Vladlenova I.V. Nanotehnologii: istoriya razvitiya i perspektivy / I.V.Vladlenova // IstorIya nauki I tehnikI u vischih navchalnih zakladah UkraYini. Zb.nauk.prats # 29. – Kharcov : NTU «KhPI», 2009. – P.19–26. 2. Vladlenova I.V. Nanotehnolog kak sotsialna zagroza / I.V.Vladlenova // Nauka I molod. GumanItarna serIya. Zbirnik naukovih prats.– Kiev : Vid– vo NatsIonalnogo avIatsIynogo unIversitetu «NAU– druk», No. 9, 2009. – P. 47–50. 3. Vladlenova I.V. Narodzhennya ChetvertoYi hvilI: nanotehnologIcne suspIlstvo / I.V.Vladlenova // Praktichna filsofIya No 3 (33). – Kiev : Tsentr praktichnoYi filsofIYi; Institut filsofIYi Im. G. S. Skovorodi NAN UkraYini, 2009. – P.14– 18. 4. Gorohov V.G. Transformatsiya ponyatiya «mashina» v nanotehnologii / V.G. Gorohov // Voprosyi filosofii. – 2009. – No 9. – P. 97–155. 5. Korsak K. NanosuspIlstvo – naybIlish obgruntovana nazva suspIlstva NHI stolIttya / K. Korsak // Vischa shkola. – 2008. – No 12. – P. 90–99. 6. Luk'yanets V. NanotehnologIYi ta dolya tsivIlIzatsIYi / V. Luk'yanets ; Rozm. E. Schur // Naukoviy svIt. – 2007. – No 7. – P.

12–15. **7.** Luk'yanets V.S. SvItoglyadnI ImplkatsIYi nauki / Luk'yanets V.S., Kravchenko O.M., Ozadovska L.V. – Kiev : Vid. PARAPAN, 2004. – 408 p. **8.** Lukyanets V.S. Naukoemkoe budushee. Filosofiya nanotehnologii / V.S. Lukyanets // Praktichna filsofiya. – No 3. – 2003. **9.** Nanonauka I nanotehnologIYi: tehlnichniy, medichniy ta sotsIalnyi aspekti / B.E. Paton [ta In.] // VIsnik NatsIonalnoYi akademIYi nauk UkraYini. – 2009. – No 6. – P. 18–26. **10.** «NanostrukturnI sistemi, nanomaterIali, nanotehnologIYi» [Electronic resource] < [http : //www. imp. kiev. ua / NANO / Ukr /Main /main_conception_ukr.html](http://www.imp.kiev.ua/NANO/Ukr/Main/main_conception_ukr.html) >. **12.** Stepin V.S. Filosofiya nauki i tehniki: ucheb. posobie dlya vuzov [Electronic resource] <<http://www.philosophy.ru/library/fnt/00.html>>. **13.** *El–Kareh B.* Silicon Devices and Process Integration: Deep Submicron and Nano–Scale Technologies / Badih El–Kareh : Springer, 2009. – 597 p. – ISBN–10: 0387367985. – ISBN–13: 978–0387367989. **14.** *Gusev E.* Advanced Materials and Technologies for Micro/Nano–Devices, Sensors and Actuators (NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics) / Evgeni Gusev, Eric Garfunkel, and Arthur Dideikin : Springer, 2010. – 313 p. – ISBN–10: 904813806X. – ISBN–13: 978–9048138067. **15.** *Lindsay S.* Introduction to Nanoscience / Stuart Lindsay: Oxford University Press, USA; Pap/Cdr edition, 2009. – 448 p. – ISBN– 10: 0199544212. – ISBN– 13: 978–0199544219. **16.** *Luttge R.* Industrial Micro & Nano Fabrication (Micro and Nano Technologies) / Regina Luttge : William Andrew, 2010. – 600 p. – ISBN–10: 0815515820. – ISBN–13: 978–0815515821. **17.** *Narlikar V.* Oxford Handbook of Nanoscience and Technology: Three– Volume Set (Oxford Handbooks in Physics) (Hardcover) / V.Narlikar, Y.Y. Fu. – Oxford: Oxford University Press, USA , 2010. – 2568 p. ISBN– 10: 019957443X.– ISBN– 13: 978– 0199574438.

Надійшла (received) 23.04.2014