

СВІТОГЛЯДНІ ВИКЛИКИ НАНОТЕХНОЛОГІЇ



Михайло Онопрієнко
канд. філос. наук,
старший наук. співр.
Центру досліджень науково-
технічного потенціалу та
історії науки ім. Г.М. Доброва
НАН України,
м. Київ

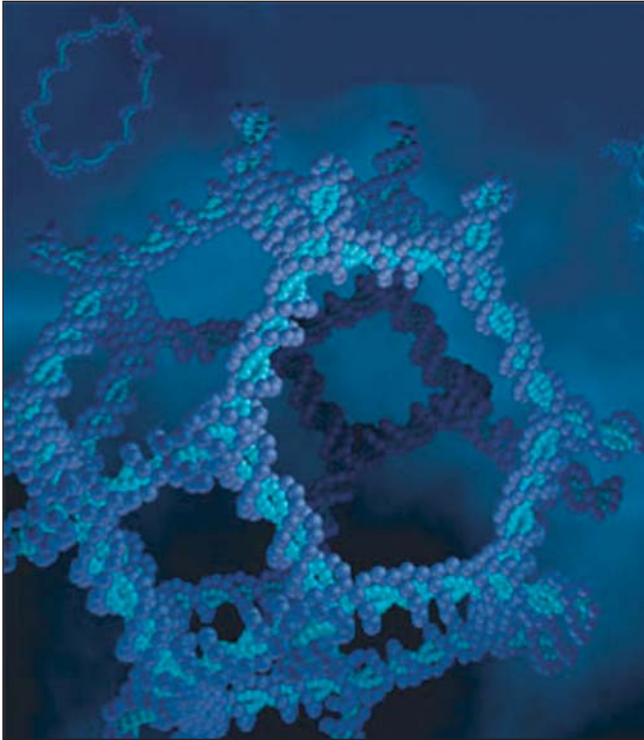
Нанотехнологія сьогодні розглядається як ключова висока технологія, яка забезпечує спрямоване конструювання виробів із заданими властивостями шляхом маніпуляції атомами і молекулами. Розвиваючись як метод отримання фундаментальних знань, вона стає самостійною силою спрямованої дії на природу, суспільство і людину. Досягнення в нанотехнології неминуче ведуть до революції в медицині, електроніці, штучному інтелекті, промисловості та інших сферах людської діяльності. З нанотехнологією зв'язана революція в маніпулюванні матерією, аналогічна до такої, яку провели комп'ютери у сфері інформації. Це означає, що нанотехнологія — це шлях до створення нової цивілізації з новим набором цінностей та ідеалів.

Розвиток нанотехнології зачіпає низку етичних, соціально і культурно значущих проблем, пов'язаних із можливістю штучного інтелекту, що самовідтворюється, побудованого на основі нанообчислень (квантові комп'ютери, ДНК-комп'ютер, наноелектронні комп'ютери). Всі ці проблеми мають безпосереднє відношення до прав і привілеїв майбутнього штучного інтелекту і людино-машинних систем. Тому це ставить фундаментальне питання про їхню значущість для людської цивілізації.

Специфіка нанотехнології полягає в тому, що вона є не тільки практичною технологією створення матеріальних об'єктів, обернених на природний світ, але й націлена на конструювання соціального світу, що відбивається в спектрі можливостей її застосування. Кардинальна відмінність нанотехнології від решти технологій полягає в тому, що вона дозволяє перетворювати світ на атомно-молекулярному рівні і використовувати його невичерпні ресурси. Соціальні наслідки розвитку нанотехнології мають подвійний (конструктивний і деструктивний) характер, пов'язаний з суперечливою природою соціуму. Це виявляється в таких соціально значущих галузях як військова, інформаційна сфери, екологія, медицина, енергетика, повсякденне життя. Специфіка подвійного характеру розвитку нанотехнології полягає в кардинальному перетворенні фізичного світу, а це вимагає врахування можливих необоротних наслідків.

Нанотехнологія дозволяє здійснювати маніпуляції з окремими молекулами й атомами, моделювати "винаходи" живої природи. Нова технологія обіцяє унікальні перспективи для творчості — від нинішніх електронних обчислювальних пристроїв до молекулярних машин-роботів.

Для вирішення кола світоглядних, філософських, етичних, соціальних, культурних, правових та екологічних проблем, пов'язаних із бурливим розвитком нанотехнології, в західних дослідженнях вирішальне значення належить передусім питанню про можливість цієї принципово нової технології, яка була обґрунтована лауреатом Нобелівської премії **Р. Фейнманом** у його знаменитій лекції "Там внизу багато місця", прочитаною 29 грудня 1959 р. на щорічній конференції Американського фізичного товариства. В ній фактично описано небіохімічний підхід до наномашин. Це означає ультрамініатюризацію машин, розроблення згори донизу, крок за кроком, використовуючи великі машини для побудови менших, оскільки принципи фізики не суперечать можливості маніпулювання



об'єктами атом за атомом. Зрештою, можна здійснити хімічний синтез шляхом вибудовування атомів, що дозволяє створювати той або інший речовинний об'єкт. Наномашини здатні, на думку *Р. Фейнмана*, задавати напрям хімічного синтезу, зокрема й синтез ДНК. Загалом ним було висунуто припущення, що уміння будувати електричні ланцюги з декількох атомів призведе до значного числа технологічних застосувань. Тоді це ніхто не сприйняв серйозно, визнавши черговим жартом відомого своїми розіграшами видатного фізика.

Нанотехнологія стала відома широкій громадськості з 1986 р., коли американський футуролог *Е. Дрекслер* опублікував свою знамениту книгу "Машини творення", в якій передбачав активний розвиток нанотехнології. У ній розглянуто низку соціокультурних наслідків розвитку нанотехнології, вона є усвідомленням впливу цього розвитку на соціокультурне середовище сучасності. Ця книга має прогностичний характер, її метою є доказ значущості нанотехнології за допомогою системи раціональних доказів, спрямованих на обґрунтування не тільки можливості, але вже і необхідності та неминучості впровадження нанотехнології в повсякденне життя сучасного суспільства. Книга *Е. Дрекслера* стала першою великою працею, присвяченою молекулярній нанотехнології, її потенційним застосуванням, можливим зловживанням і стратегічним питанням, які ставить її розроблення. Ця праця зробила величезний і тривалий вплив на дослідження соціальних і культурних наслідків розвитку нанотехнології.

Розглядаючи нинішні досягнення і нові парадигми, а також перспективи подальшого розвитку нанотехнології, стверджується, що нанонаука дозволяє пов'язати молекулярну біологію з сучасними інформаційними технологіями, що має призвести до створення принципово нових технологій і виробництв у XXI ст. Цілком природно, що створення принципово нових технологій і виробництв призведе до істотних соціокультурних наслідків.

Одним із таких важливих соціокультурних наслідків є проблема створення штучного життя, для появи якої дає реальну можливість саме нанотехнологія. Мова йде про проектування штучних живих систем із задалегідь задани-

ми властивостями, з використанням замінованих генетичних деталей, а в деяких випадках замінованої розширеної генетичної коди. Одним із завдань дослідження є створення програмованих живих істот, які за бажанням конструктора зможуть визначати наявність вибухових речовин за мізерними концентраціями в середовищі, розмивання межі між живим і неживим, створювати синтетичні бактерії, здатні проводити рідкісні нині хімічні й органічні сполуки, а також штучні істоти, здатні ремонтувати, лікувати, омолоджувати людський організм. Фактично мова йде про кібержиття як подальший розвиток ідеї життя та її втілення на практиці завдяки нанотехнології, що має істотні соціокультурні наслідки.

Порушено також проблему відділення живого від неживого на нанометровому рівні існування об'єктів. Запропоновано перспективу вирішення енергетичної проблеми шляхом створення нанобіомаси із заданими властивостями для вироблення дешевої енергії. Іншими словами, мова йде про "енергетичну біомасу" як альтернативне джерело енергії для людства. Підкреслено також медичний напрям нанотехнології, представлений досягненнями "брахітерапії", — нової шадної технології лікування раку шляхом радіоактивного опромінювання ракових клітин і нової технології "штучної сітківки". Тут як основну проблему подальшого розвитку нанотехнології позначено необхідність створення нанотехнологічного інструментарію, без чого розвиток цієї технології неможливий.

Внаслідок гібридних технологій, наприклад, нанохімії, наноелектроніки, сполучення нано- і біотехнології з'явився новий напрям — біоміметика. Біоміметика — це імітація наноманіпуляцій, що існують у живій природі, з метою створення штучних наномашин, тобто живе допомагає створювати наноструктури і блоки для нанороботів. Важливим аспектом виявляється дослідження такої нової галузі як наномеханіка і наноробототехніка. Проблему гібридної нанобіотехнології розглянуто в статті *С. Нейдрісна* "Нанотехнологія і подвійна спіраль", в якій показано роль ДНК як універсального компонента для створення наноструктур і нанопристроїв [1]. Зрозуміло, що всі ці технології у спілці з нанотехнологією спричиняють багато соціокультурних наслідків.

Існує безліч визначень нанотехнології. Зазвичай, переважають визначення через розміри її об'єктів, у яких, принаймні, один із розмірів лежить в області $1\text{-}10^0$ нанометрів ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м} = 10\text{ ангстремів} = 10^{-3}\text{ мікрон}$; діаметр людського волоса становить близько $80\ 000\text{ нм}$, розмір червоних кров'яних тілець — $2\ 000\text{ — }3\ 000\text{ нм}$). Такий діапазон розмірів міститься в проміжній ділянці між світом окремих атомів і молекул і мікроструктурами, отримуваними сучасними методами мікроелектроніки.

Слід розрізнити нанотехнологію як науку, що вивчає властивості наноструктур, закономірності їх формування і функціонування, і нанотехнологію як те, що базується на даних нанотехнологічних досліджень, це набір конкретних технологій і методик, заснованих на маніпуляціях з окремими атомами і молекулами. Як наука нанотехнологія є новим міждисциплінарним науково-технічним напрямом, що сформувався на стику фізики, хімії, біології, техніки, медицини, матеріалознавства.

У всіх індустриально розвинених країнах розширенню нанотехнологічних досліджень і створенню нових нанотехнологій надається величезне значення. Багато експертів сьогодні вважають, що саме нанотехнологія стане головним рушієм науково-технічного розвитку цивілізації в XXI ст. Тільки на університетські центри нанотехнологій сьогодні вже є більше $100\ 000$ посилань в Інтернеті. У США президент *Дж. Буш* у грудні 2003 р. підписав Національну

програму нанотехнологій, в якій обсяг державного фінансування робіт у цій галузі на період з 2005 до 2008 р. визначений у 3,7 млрд. дол. США. В світі в 2003 р. загальний обсяг фінансування робіт з нанотехнологій досяг 2,984 млрд. дол. (США — 774 млн., Західна Європа — 600, Японія — 810), що склало 690% (!) від рівня фінансування 1997 р. За даними Дослідницької служби Конгресу США (Congressional Research Service), в 2006 р. США мали виділити на ці цілі 1,1 млрд. дол. Ще 2 млрд. дол. у 2005 р. витратили з тією ж метою американські корпорації (нанолабораторії створили такі гіганти бізнесу як HP, NEC і IBM, університети і власті окремих штатів) [2]. Хоча, на відміну від держави, бізнес, здебільшого, орієнтується не на підтримку фундаментальних розробок, а на проекти з коротким терміном окупності.

На частку США сьогодні припадає приблизно третина всіх світових інвестицій в нанотехнології. Іншими головними гравцями на цьому полі є Європейський Союз і Японія. Дослідження в цій сфері активно ведуть також у країнах колишнього СРСР, Австралії, Канаді, Китаї, Південній Кореї, Ізраїлі, Сінгапурі, Бразилії і Тайвані. Прогнози показують, що до 2015 р. загальна кількість персоналу різних галузей нанотехнологічної промисловості може дійти до 2 млн. осіб, а сумарна вартість товарів, вироблених із використанням наноматеріалів, складе, як мінімум, декілька сотень мільярдів доларів і, можливо, наблизиться до 1 трлн. дол.

Хоча перехід від виробництва в лабораторії до масового виробництва є проблемним, а надійну обробку матеріалів у наномасштабі необхідним чином все ще дуже важко реалізувати з економічного погляду, в цілому американська промисловість та індустрія інших розвинених країн застосовують зараз нанотехнології в процесі виробництва, як мінімум, 80 груп споживчих товарів і понад 600 видів сировинних матеріалів, комплектуючих виробів і промислового устаткування.

Область нанорозмірів — це зона дії законів квантової механіки, які визначають як властивості наноструктур, так і закономірності їх формування. У нанометровому діапазоні істотно міняються такі важливі характеристики як електропровідність, коефіцієнт оптичного заломлення, магнітні властивості, міцність, термостійкість і багато іншого. Фундаментальні дослідження в нанотехнології пов'язані з вивченням фізичних властивостей, механізмів дії, закономірностей поведінки й інших аспектів різноманітних наноструктур. Наприклад, об'єктами фундаментальних досліджень нанотехнології є структура і властивості квантових точок, кристалічних ґраток, окремих атомів і молекул, гено-

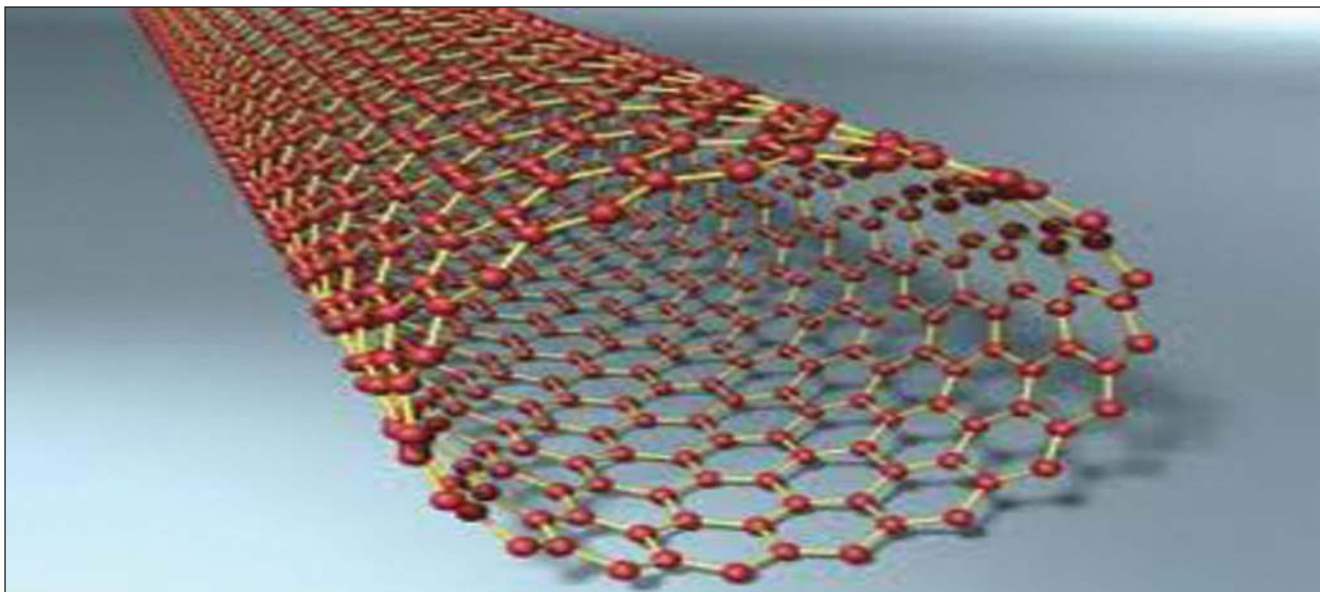
мів, білків тощо.

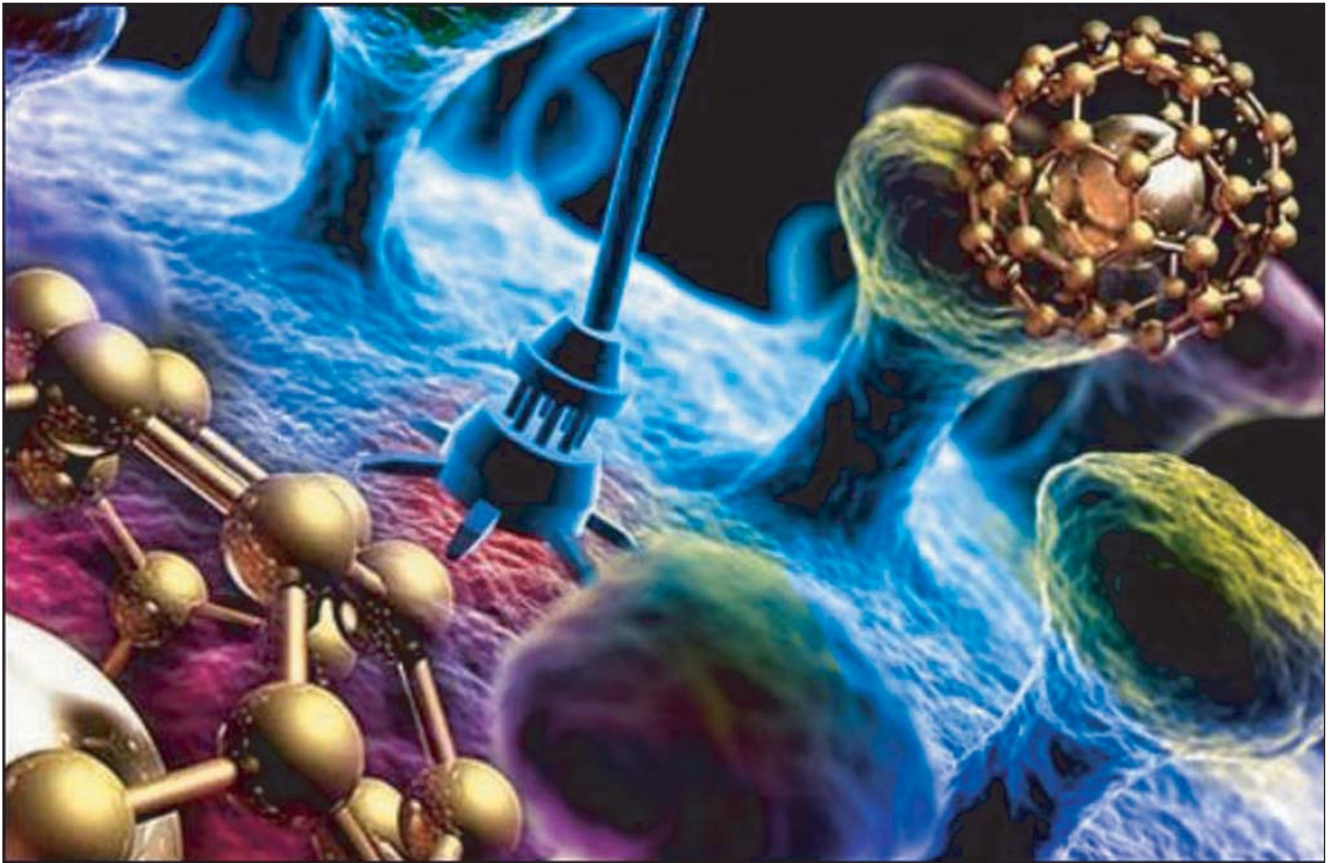
Такі дослідження ведуть до формування нової картини світу, в якій діють закони, відмінні від макросвіту. На квантовому рівні виникають принципово нові можливості порівняно з класичними системами. Наприклад, це можливість реалізації квантових алгоритмів обчислень і створення квантового комп'ютера, здатного розв'язувати завдання, в принципі нерозв'язні на звичайному класичному комп'ютері. Це позначається на тому, що властивості приладів на основі наноструктур можуть істотно відрізнитися від властивостей традиційних приладів і пристроїв мікроелектроніки, функціонування яких засноване на класичних принципах.

Відомо, що реальність, яка оточує сучасну людину, за своїми параметрами часто далеко виходить за межі природних параметрів людини як тілесної істоти. Наприклад, темпи і ритми великого міста характеризуються дуже великими швидкостями, частотами та інтенсивністю, що, як правило, не є характерним для життя і біологічних ритмів у природному середовищі. Людина змогла створити технічні засоби, які розсунули межі макросвіту, доступного для її органів чуття. Але сьогодні людина прагне не тільки вивчати мікро-, макро- і мегасвіт, але й керувати мікросвітом. Людина, по суті, вступає в змагання з природою в прагненні отримати контроль над мікроскопічними процесами і структурами, що становлять фундаментальну основу матеріального світу [3, с. 84]. Людині вже мало просто контролювати створене природою. Вона намагається відняти у природи можливість розвиватися за її законами. Граничне завдання нанотехнології — створення самовідтворюваних наносистем і нанопристроїв, наділених розвиненим комп'ютерним інтелектом, здатних не просто виконувати механічні дії або проводити фізико-хімічний аналіз, але й цілеспрямовано модифікувати довкілля.

Поява нанотехнології впливає на розвиток різних галузей науки і техніки. Але вона й породила величезну кількість нових проблем, зокрема етичних. Нанотехнології — це одна з тих галузей науково-технічного знання, досягнення в якій з'являються вже після того, як з'явилася їх критика, причому не стільки серед учених і фахівців, скільки серед громадських діячів і преси.

Створення нових виробництв на основі нанотехнологій приведе до зміни не тільки виробничих процесів, але і всієї системи організації виробництва. Якщо велику частину продуктів можна буде створювати в будь-який необхідний час і в необхідних кількостях, то стануть непотрібними ба-





гато операцій, професії і працівники. Людина стане зайвою в багатьох технологічних процесах. Це — небезпека виникнення масового безробіття і нестабільної соціальної ситуації. Водночас той, хто володіє нанофабриками, зможе отримати значні переваги в конкурентній боротьбі, оскільки звичайні товари не зможуть конкурувати з продукцією нанофабрик у багатьох галузях. Якщо технологія нанофабрик належатиме або контролюватиметься якою-небудь однією організацією, це може призвести до "нової монополізації" і до виникнення нових правлячих структур [4].

Сьогодні нанотехнологія складається з: нанотехнології в електроніці; наноматеріалів; нанотехнології в біології і медицині.

Попри те, що роботи у сфері нанотехнологій вимагають чималих фінансових вкладень, ефект від упровадження результатів фундаментальних і прикладних досліджень у цій сфері може досягати колосальних розмірів. Наприклад, "свіжий" приклад впровадження нанотехнологій — створення пристроїв довготривалого зберігання інформації (комп'ютерних "жорстких дисків", або "вінчестерів") на основі ефекту гігантського магнітоопору, що дозволило на три і більше порядків підвищити ємність комп'ютерної довготривалої пам'яті при зменшенні габаритів і ціни. Це було здійснено завдяки використанню в ролі магніточутливого елементу надкомпактної наноструктури, яка складається з двох намагнічених шарів, загальний електричний опір якої залежить від взаємної орієнтації магнітних моментів у шарах. Першою освоїла цю технологію фірма IBM, що тільки в 2003 р. принесло їй понад 20 млрд. доларів прибутків від продажу комп'ютерних жорстких дисків [3].

Вже сьогодні ведуться роботи зі створення керованої машини на основі синтетичних молекул ДНК. Група дослідників з Нью-Йоркського університету повідомила, що розроблений ними пристрій може стати основою для будівництва складних машин молекулярного масштабу, що зрештою приведе до створення нанороботів, які будувати-

муть нові молекули, проводитимуть операції на молекулярному рівні і, таким чином, боротимуться із захворюваннями. Вважається, що введений в організм людини наноробот зможе самостійно пересуватися кровоносною системою, очищати її від мікробів або ракових клітин у зародковому стані, від відкладень холестерину тощо. Наноробот зможе вивчити, а потім і виправити характеристики тканин і клітин. Поки вдалося лише обмежити рух ДНК-пристрою в молекулярному середовищі, але в майбутньому нанороботи стануть повністю керованими машинами.

Іншим напрямом застосування нанотехнологій у медицині є праця зі створення нанороботів — заміників людської крові, хоча вони перебувають на стадії теоретичного вивчення. Наприклад, колишній студент *Е. Дрекслера*, *К. Фьонікс* у співпраці з *Р. Фрайтасом-молодшим*, автором першої книги про медичне застосування нанотехнологій і нанороботів із назвою "Nanomedicine", опублікували спільну працю з інтригуючою назвою "Roboblood" (робототехнічна кров).

Свою наномашину *К.Фьонікс* і *Р. Фрайтас* назвали терміном — "Vasculoid" (vascular — судинний; —oid—, очевидно, від "Android"). Vasculoid є одиницею складної мультисегментної нанотехнологічної медичної робототехнічної системи, здатної дублювати всі функції крові, включаючи циркуляцію дихальних газів, глюкози, гормонів, відходів, клітинних компонентів, процес ділення цитоплазми. Ця агресивна і фізіологічно нав'язлива наноробототехнічна система, що містить близько 500 трлн. мікроскопічних наномедичних пристроїв загальною вагою приблизно 2 кг, споживає 30-200 Вт енергії залежно від виду людської діяльності. Система відповідає формі кровоносних судин і служить повною заміною природній крові. Теоретично передбачається, що створити таку наносистему можна буде вже через 40-50 років.

Але окрім плюсів від застосування технологій, пов'язаних зі зміцненням вен і артерій, захистом їх від пошкоджен-

і знищенням шкідливих паразитів, що мало би підвищити фізичну витривалість людини, наголошено також на небезпеках, пов'язаних, насамперед, із тим, що нанороботи можуть зламатися і вийти з-під контролю людини. Побоювання викликає те, що нанороботи можуть безконтрольно самокопіюватися. Все частіше звучать голоси, що стверджують, що за допомогою нанотехнологій можна отримати нову зброю.

Висока наукоємність є основною характеристикою нанотехнологій. Причому нанотехнологія як наука виникла на стику декількох наук, в яких традиційні напрями розвитку вийшли на деякі природні межі, зумовлені законами фізики. Передбачають, що завдяки нанотехнології можна здійснити прориви в галузі інформаційних технологій (нова елементна база, нові запам'ятовувальні пристрої, оптична передача інформації та ін.), у біотехнології (біодатчики, ДНК-чип, розшифровка геномів і таке інше). Але розвиток нанотехнологій неможливий без розвитку обчислювальної техніки, оскільки в розробленні нанотехнологій — дуже велика роль комп'ютерного моделювання і складних розрахунків. Розвиток нанотехнологій тісно пов'язаний також з розвитком біотехнології і багато в чому стимулюється її потребами.

Поява нанотехнологій тісно пов'язана зі зміною шляху розвитку наукового знання. "Розвиток науки в XX ст. йшов переважно від складного до простого, або через аналіз, на якому послідовно були відкриті молекули, атоми, потім — ядра й елементарні частинки. Одним із результатів з'явилося розуміння того, як природа влаштувала речовину на рівні атомів і молекул. При цьому відбулося зближення фізики, хімії, мінералогії і біології". "Уже з середини століття почався рух від простого до складного, тобто шляхом синтезу. Сполучаючи певним чином окремі атоми й молекули, стало можливим отримувати цілий набір штучно синтезованих неорганічних і органічних речовин, наприклад кристалів, полімерів і навіть білкових молекул". Саме розшифровка атомно-молекулярної будови речовин заклала можливість контролювано створювати і модифікувати нову сучасну технологію [5].

Мегатехнології знаннєвого суспільства (протеїнова інженерія, створення штучних органів, конструювання синтетичної ДНК, створення біологічних гібридів, нанотехнологія) пов'язані з активістським підходом у сучасній науці, який керується принципом штучної досконалості, згідно з яким досконале не дано в природі, а має бути створене. Ці технології можуть бути суперечливими, але методологічно важливим є те, що при неоднозначному ставленні до їхніх наслідків залишається безперечним їхній метапринцип, кінцева мета якого — поліпшення природних здібностей людини. Початковим припущенням активістської позиції тут виступає принцип недосконалості природи, згідно з яким природа може помилятися, а, отже, створене нею можна покращити. У цьому контексті важливим наслідком спектру застосування нанотехнології є тенденція до модифікації чуттєвості людини, що дає підстави для нових підходів до проблеми "свідомість-мозок". Тепер вона може виступати також як проблема відношення свідомості людини і його технологічно модифікованої природи [6].

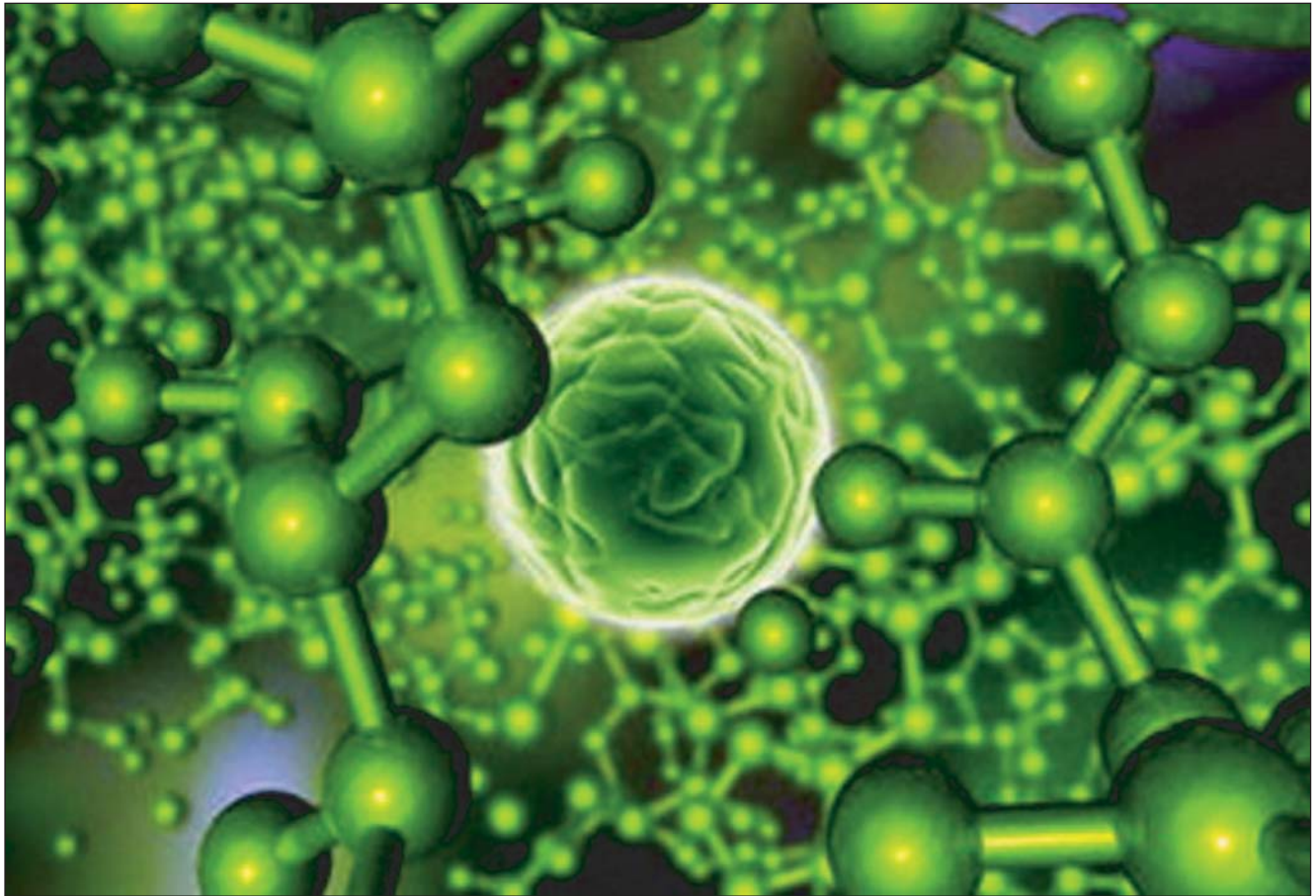
Філософська рефлексія соціокультурних наслідків розвитку нанотехнології припускає з'ясування аналізу впливу цієї нової галузі діяльності на проектування соціальної реальності, розгляд нових культурних стереотипів, пошук нового підходу до традиційного розуміння гуманізму, прогнозування можливих соціокультурних наслідків розвитку нанотехнології, виявлення зміни соціальних цінностей і сенсу людського життя. У зв'язку з розвитком нанотехнології і формуванням нової цивілізації традиційні уявлення про соціальний і природний світ вже не цілком адекватні

дійсності. Саме тому соціокультурні наслідки розвитку нанотехнології (коли відбувається зміна парадигм наукового пізнання і стрімке вдосконалення нових високих технологій) вимагають глибокого, ґрунтовного дослідження. Тут істотна роль може належати теорії соціального конструювання реальності, теорії інформаційного суспільства, структурним моделям культури та іншим концепціям і принципам соціальної філософії, пов'язаним із розглядом місця технології в соціумі.

Оскільки суспільство стоїть на порозі нової цивілізації з принципово новими культурними засадами, проблема подальшого розвитку нанотехнологій значною мірою є проблемою світоглядною. Проектований спектр застосувань нанотехнології охоплює практично всі сфери людської діяльності і покликаний змінити технологічні парадигми від мікросвіту до наносвіту, що призведе до глобальних наслідків цивілізаційного масштабу. Спектр можливих застосувань нанотехнології показує діапазон її широкого проникнення в усі галузі промислового виробництва, що створює нові виклики для розвитку земної цивілізації. Розрахунки і прогнози свідчать, що на нинішньому етапі розвитку долю цивілізації визначить найближче покоління людей і, можливо, нанотехнології якраз і належить роль креативно-конструктивного, захисного чинника людського буття. Проблематика, пов'язана з філософським осмисленням соціокультурних наслідків розвитку нанотехнологій, за своєю суттю є трансдисциплінарною. Серед ключових її позицій називають такі: трансформація інформаційного суспільства в суспільство знань і нанотехнологій; суспільство нанотехнологій у контексті мережевої парадигми; нова соціологія й економіка суспільства знань, заснованого на мережевих комунікативних нанотехнологіях; становлення нового "людського" світу епохи бифуркації і нанотехнологій; проблема цінностей світу епохи нанотехнологій як проблема трансгуманізму; інтеграція знань і технологій у контексті нанонауки; формування ринку нанотехнологій як процесу сумісного створення споживачем і виробником нових унікальних цінностей.

Зміна наукової парадигми, пов'язана з прогресом нанонауки, має призвести до нового рівня взаємин і взаємодії ученого і природи, суб'єкта, що пізнає, і пізнаваного середовища. З дослідника-спостерігача учений перетворюється на творця-проектувальника, що збирає і створює по молекулах принципово нові об'єкти матеріального світу із задалегідь заданими параметрами і необхідними властивостями. Глобальним трансформаціям із широким впровадженням нанотехнологій, очевидно, піддається і суспільство в цілому, і устрій життя кожного індивіда. Взаємини природи і нанотехнологій мають складний і неоднозначний характер. Їхня різноманітність, насамперед, виявляється в тому, що деякі об'єкти нанотехнологій відрізняються від зіставних природних об'єктів, тоді як інші ідентичні їм. Неіснуючі в природі нанопродукти формують якийсь штучний світ, відношення якого до природи є проблематичним. Проте нанотехнології не тільки створюють штучний світ, що відрізняється від природи, але і встановлюють нові співвідношення з природою, наприклад, орієнтацію на репродукцію природних об'єктів або процесів або створення нових об'єктів або матеріалів [7].

Будь-яка наукова революція змінює світогляд і сприйняття світу. Зі зміною наукової парадигми відбувається зміна типів мислення. Нанотехнологія і нанонаука, що формуються, за багатьма характеристиками мають бути віднесені до постнеокласичного типу раціональності, якому властиве істотне розширення поля рефлексії над діяльністю, з урахуванням внутрішньонаукових і соціальних цінностей і цілей. Культурні ефекти розвитку нанотехно-



логії виявляються в модифікації чуттєвості людини за допомогою наночипів, що програмують віртуальну реальність у мозку людини. Це визначить нове відношення свідомості і технологічно модифікованого буття у формуванні культури вражень. Воно сприяє творчій діяльності індивіда, веде до кардинальної зміни значущості релігії в житті людини, виявляється в необхідності нових етичних цінностей гуманізму, в трансгуманізмі, в культурній ідентифікації людини при перспективі її злиття з машиною.

Соціальні наслідки впровадження нанотехнології полягають у зміні форм комунікації і виникненні нових соціальних форм, побудованих на нових можливостях нейроінтерфейсів і віртуальній реальності. У сфері комунікації зрощення людини з машиною припускає нові соціальні форми за участю могутнього штучного інтелекту. Новий спосіб технологічного виробництва від низу до верху виключає фізичну працю людини і цілі технологічні ланцюжки. Суть нанотехнології — в появі молекулярних машин на неорганічній основі, що веде до перевороту в способі виробництва матеріальних благ у раніше небачених та історично безпрецедентних масштабах. Нейросистеми на основі нанотехнології відкривають можливості з'єднання мозку з комп'ютером, створення нових форм віртуальної реальності і

штучного інтелекту нового покоління. Глобальна віртуалізація фізичної і соціальної реальності — головний соціальний наслідок у розвитку нанотехнології. Квантові комп'ютери з нейроінтерфейсами забезпечать функціонування квантового Інтернету, обмін інформацією з яким буде можливий через мозок. А це відкриває можливість нового розуміння інформації як загального еквівалента комунікації. Будь-яка система комунікації нині має локальний характер, але об'єднання машин і людського мозку дасть перспективу нового рівня комунікації, де інформація зможе циркулювати в ланцюзі людина-машина-речовина, оскільки вже розробляється теорія інформаційно змінних властивостей матеріалів.

Поява нанотехнології характеризується її здатністю проникати у всі сфери людської діяльності і соціокультурної реальності. Нанотехнологія на самій межі живого і неживого. Це визначає нове ставлення до способу людського існування — смертності як фундаментальної всіх соціокультурних систем. Можливість створення наносуперкомп'ютерів і переробка природного складника реальності вибудовують нове людської свідомості і технологічно сконструйованого буття.

Література

1. Нейдриен С. Нанотехнология и двойная спираль // В мире науки. — 2004. — № 8. — С. 23-31.
2. Нанотехнологии — это ворота, открывающиеся в иной мир [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.inauka.ru/science/>
3. Алферов Ж., Таиров Ю., Астахов М., Чаплыгин Ю., Горбачевич А. Новое направление подготовки "Нанотехнология" // Высшее образование в России. — 2004. — № 6. — С. 82-83.

4. Нанороботы изменят мир уже через несколько лет [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.membrana.ru/articles/global/2002/01/04/215000.html>
5. Ковальчук М.В. Органические наноматериалы, наноструктуры и нанодиагностика // Вестник РАН. — 2003. — Т. 73. — № 5. — С. 405-412.
6. Аршинов В.И., Лебедев М.В. Философские проблемы развития и применения нанотехнологий // Философские науки. — 2008. — № 1. — С. 58-79.
7. Семирухин Л.В. Нанотехнологии и сознание // Философские науки. — 2008. — № 1. — С. 80-96.