

УДК 1:001:17

Т. В. Гардашук, д-р філософ. наук

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОЕТИКА: СУПЕРЕЧНОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ

Інститут філософії імені Г. С. Сковороди НАН України, Київ, Україна

УДК 1:001:17

Т. В. Гардашук

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОЕТИКА: СУПЕРЕЧНОСТІ ОБҐРУНТУВАННЯ

Інститут філософії імені Г. С. Сковороди НАН України, Київ, Україна

У статті аналізуються особливості формування нанонауки та нанотехнологій як провідного напрямку сучасного інноваційного розвитку, а також суперечності, пов'язані із визначенням нанотехнологій, впровадження їх у практику та з оцінками ймовірних вигод і ризиків, песимістичні та оптимістичні сценарії «наномайбутнього». Досліджуються методологічні засади формування наноетики як етики поводження з наноматеріалами. Виявлені суперечності обґрунтування наноетики, зумовлені тим, що нанотехнології ставлять на порядок денний питання, частина з яких є принципово новими, а частина — модифікацією попередніх проблем, що можуть розглядатися біоетикою, інженерною, професійною етикою тощо.

Ключові слова: нанотехнології, наноетика, безпека, динамічний етичний підхід, незалежне тестування.

UDC 1:001:17

T. V. Gardshuk

NANOTECHNOLOGY AND NANOETHICS: CONTRADICTIONS OF JUSTIFICATION

G. S. Skovoroda Institute for Philosophy NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Particular features of formation of nanoscience and nanotechnology as a leading trend of the modern innovative development, as well as contradictions relating to the definition of nanotechnology, their practical applications, assessment of the possible benefits and risks, optimistic and pessimistic scenarios of the “nanofuture” are analysed in the article. Methodological backgrounds of nanoethics as an ethics of management of nanomaterials are investigated. The contradictions of justification of nanoethics are outlined. They are due to the fact that some of the ethical questions are principally new one, while other questions are the modifications of the previous questions, which can be considered within bioethics, engineering and professional ethics, etc.

Key words: nanotechnology, nanoethics, safety, dynamic ethical approach, independent testing.

Постановка проблеми

Сьогодні людство покладає великі сподівання на новітні досягнення науки, техніки та технологій, стрімкий розвиток яких припадає на кінець ХХ — початок ХХІ ст. До них належить комплекс нано-, біо-, інформаційних і когнітивних технологій (NBIC-технології), які тісно взаємопов'язані між собою на рівні досліджень, розробок та впровадження. Особливе місце в комплексі NBIC-технологій належить, насамперед, нанонауці та нанотехнологіям, оскільки вони значною мірою формують образ сучасної науки та уявлення людей про роль науки, техніки й технологій у формуванні їхнього життєвого світу.

Приєднання префікса «нано-» (що у перекладі з грец. — *nanos*, або з лат. — *nanus* означає «малий», «карлик») до понять «наука» та «технології» має на меті акцентувати увагу на їхній спрямованості на пізнання та використання унікальних властивостей об'єктів нанорівня (розміром від 1 до 100 нм. Нанометр — це одиниця довжини, що становить одну мільярдну метра, або одну мільйонну міліметра).

З огляду на безліч невизначеностей, пов'язаних із широким впровадженням нанотехнологій, питання інвестицій у нанотехнології виходить

далеко за межі економіки, надзвичайно гостро актуалізуючи питання етики економіки й бізнесу, визначення критеріїв та індикаторів соціально та екологічно відповідального бізнесу.

Одним із ключових питань розуміння наносвіту є визначення нанотехнологій та комплексу пов'язаних з ними термінів (наноматеріали, наночастинки, нанопродукти, нанооб'єкти тощо), оскільки досягнення порозуміння у визначенні змісту ключових понять нанотехнологій сприятиме виробленню адекватної методології з метою:

— опису й дослідження цього типу матеріалів і технологій, а також способів їх практичного застосування;

— оцінки ризиків і безпеки;

— розробки відповідних стратегій менеджменту та регулювання;

— розробки ефективних стратегій для комунікації зі споживачами та іншими зацікавленими сторонами;

— визначення змісту філософських та етичних рефлексій над новими досягненнями науки й технологій в онтологічному, соціальному, економічному, політичному контекстах тощо.

Метою роботи є огляд підходів до визначення нанотехнологій, а також визначення комплексу методологічних, екологічних і соціально-

етичних проблем їх впровадження в практику; обговорення проблемних питань наноетики.

Логічно постає питання, наскільки можливо на сучасному етапі розвитку галузі дати стандартизоване і зрозуміле визначення поняття «нанотехнології» та інших дотичних до них термінів. Насамперед варто зазначити, що *визначення нанотехнологій пов'язане не лише із розміром*, а й з принципом, що лежить в їх основі під час отримання наноматеріалів (наночастинок). До них, зокрема, належать маніпулювання з окремими атомами, застосування хімічних методів, самозбирання, самоскладання. Зрештою, базовою ідеєю нанотехнологій у вузькому сенсі цього поняття є оперування з окремими атомами та молекулами з метою створення нових функціональних структур [7; 10].

Нанотехнології можна визначати й класифікувати за умовами функціонування із застосуванням досить широкого діапазону підходів:

— механічні наномашини, в основі функціонування яких лежить механічний принцип (коліщата, вісі, насоси, передавачі, петлі, трубки);

— обчислювальні чіпи, розміри яких вписуються в нанодіапазон;

— асемблери, де-асемблери та реплікатори для конструювання молекулярних структур відповідно до законів природи. Природними аналогами останнього підходу є, наприклад, реплікація клітин, ДНК і РНК [4].

Під час дискусій висловлюється думка, що підхід до визначення нанотехнологій, який акцентує увагу на створенні матеріалів з кардинально новими властивостями, а не лише відповідного розміру, більш адекватно відображає суть цих технологій.

Важливо зазначити, що унікальні властивості наноматеріалів не мають своїх еквівалентів у макросвіті, тому нанотехнології — це не лише мінітюаризація, як може впливати із префікса «нано-», а створення принципово нових якостей, які з'являються на «вході в нанокосмос» [12].

Виклад основного матеріалу

Дослідники виділяють *чотири генерації нанотехнологій*, беручи до уваги принципи їх створення та використання, причому ця класифікація охоплює як теперішні досягнення науки й технології, так і прогнози на майбутнє [3]. До *першої генерації* належать пасивні наноструктури: наночастинки, нанотрубки, нанокомпозити, наноструктурні матеріали, створення яких припадає на 2000–2010 рр. *Друга генерація* — активні наноструктури (електронні пристрої, сенсори, цільові — таргетні — препарати, або “targeted drugs”, різноманітні адаптивні структури), які вже розробляються в лабораторіях багатьох країн світу. Ця діяльність активно триватиме від 2010 до 2020 рр. Кінець другої декади ХХІ ст. — це доба *третьої генерації* нанотехнологій, що матимуть справу з

цільовими молекулярними асемблерами, 3D-мережами, нанороботами, супрамолекулами тощо. А потім настане час мати справу з системними наномолекулярними асемблерами та супрамолекулами тощо (*четверта генерація* нанотехнологій). Але це не означає, що створенням складних наносистем четвертої генерації вичерпуються можливості нанотехнологій, проте вчені поки що не беруться прогнозувати наступні етапи цього напряму інноваційного науково-технічного прогресу.

Незважаючи на розмаїття підходів до визначення нанотехнологій, ключовими в багатьох випадках залишаються параметри об'єктів, якими вони оперують (*номінальне визначення*). Втім, такі ж параметри мають і численні природні об'єкти, які упродовж тривалого часу досліджуються природничими та технічними науками (хімія, фізика твердого тіла, матеріалознавство, молекулярна біологія та хімія, механіка, електроніка тощо). Тому важливо розрізняти природні (газоподібні фази продуктів конденсації, зола, мінерали, колоїди тощо) та штучно створені наночастинки. Наявність природних наночастинок дає підстави говорити про нанонауку (визначати нанонауку) як підрозділ хімії, наукову галузь, що вивчає молекулярно-атомні перетворення речовин.

Завдяки стрімкій популяризації нанотехнологій як інноваційного й багатообіцяючого напрямку науки й техніки, представники природничих дисциплін та інженери все частіше позиціонують свої дослідження як такі, що належать саме до наносфери відповідно до номінальної дефініції. Такий «ре-брендинг» створює можливості для формування суспільної думки про ці напрями як про найпередовіший фланг науки й технології, що заслуговує на першочергові інвестиції. Завдяки такому ребрендингу, дослідники сподіваються підвищити шанси для додаткового фінансування досліджень і впроваджень [21].

Телеологічне, або візіонерське, визначення спирається на акцентовану фіксацію цілей, що їх можна буде досягти в майбутньому за допомогою новітніх технологій, тобто нанотехнології визначають як технології, які уможливають у перспективі розв'язання завдань, що не під силу іншим технологіям. До таких завдань належить подолання невиліковних нині хвороб, посилення фізичних, психічних та інтелектуальних можливостей людини, зростання добробуту, підвищення безпеки тощо (оптимістичні візії). Іншою стороною телеологічного визначення є визнання нанотехнологій як таких, що можуть вийти з-під суспільного контролю, перетворивши суспільство та окремих його членів на об'єкти маніпулювання за допомогою нанороботів (песимістичні візії). Таким чином, телеологічні дефініції, що трапляються переважно в науково-популярній та футурологічній літературі, ґрунтуються на уявленні про те, що нанотехнології в майбутньому

радикально змінять умови життєдіяльності людей, а також їхні фізичні, інтелектуальні та психологічні можливості, апелюючи при цьому радше до емоцій, сподівань і страхів, ніж до конкретних наукових знань. Частиною телеологічного визначення є етичні питання про те, що ми маємо бажати і чого ми маємо боятися, що є добре і що погано для людини і суспільства загалом [21]. **Реальне визначення** звертається до переліку й аналізу дослідницьких тем (напрямів) під широким «парасолем» нанотехнологій у різноманітних урядових дослідницьких програмах, центрах нанотехнологічних досліджень, наукових журналах з нанотехнологій тощо, охоплюючи широке коло наукових дисциплін і новітніх інженерних впроваджень [21].

Крім того, зважаючи на усвідомлення того, що будь-які вигоди від нових технологій та їх практичного впровадження супроводжуються певними ризиками, наноматеріали та пов'язані з ними технології умовно поділяють на «хороші нано» (“good nano”), тобто такі, що підвищують ефективність лікування, використовуються як сенсори для виявлення небезпечних хімічних сполук і допомагають долати наслідки забруднення довкілля тощо, та «погані нано» (“bad nano”), тобто ті наноматеріали, довгострокові впливи яких на здоров'я людини та довкілля або невідомі, або вже виявлені їхні негативні впливи [24]. Хоча очевидно, що такий оціночний поділ є доволі умовним.

Науковий комітет з нових і нещодавно ідентифікованих ризиків (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks — SCENIHR) пропонує розрізняти «м'які» та «жорсткі» нано-. До першої групи належать наночастинки, які підлягають біологічному розкладанню та не є біологічно стійкими (ліпосоми, наноемульсії, біополімери, виготовлені з органічних матеріалів). «Жорсткі» нано-, навпаки, не піддаються біологічному розкладанню і є біологічно стійкими (метали, оксиди металів, карбонові матеріали, у тому числі фулерени, нанотрубки, волокна) [18]. Цей поділ є також умовним, і питання про доцільність поширення й універсалізацію таких невизначених термінів також залишається відкритим. Поділ на «жорсткі» та «м'які» нано- доречний у конкретних дослідженнях, але не може бути універсальним.

Отже, навіть з побіжного аналізу визначень нанотехнологій можна зробити такі висновки.

По-перше, якщо співвіднести різні підходи до визначення нанотехнологій, то стає очевидним, що номінальний і реальний підходи охоплюють першу й початкові етапи другої генерації нанотехнологій, тимчасом як третя й четверта генерації нанотехнологій підпадають під телеологічне визначення, описуючи потенційні наукові прогнози й припущення.

По-друге, процедура визначення нанотехнологій не зводиться до єдиної універсальної дефі-

ніції, а радше може бути описана за допомогою парадигми прикладів нанотехнологій (paradigm examples of nanotechnology) [17] та багатодисциплінарності [21], що відповідає реальному визначенню. Дж. Векеерт (J. Weckert) у передмові до першого числа журналу “NanoEthics” (2007) змушений був констатувати, що дослідники так і не дійшли згоди стосовно того, якому терміну віддавати перевагу — «нанотехнологія» (однина) чи «нанотехнології» (множина) [25]. Й. Шумер (J. Schummer), Ф. Уіксон (Fern Wickson), К. Грігер (Khara Grieger) та А. Баун (Anders Baun) вважають, що розмаїття наноісторії і нанотехнологій свідчить на користь того, що термін «нанотехнології» (множина) адекватніше відображає багатодисциплінарну природу цих технологій. Проте у загальному вжитку та політичному лексиконі в англійській літературі частіше використовується термін «нанотехнологія» (в однині), що стосується всього дослідницького поля [21; 26]. У науковому обігу в українській літературі зазвичай послуговуються терміном «нанотехнології».

По-третє, відповідно до обраної дефініції вибудовуються прогнози щодо практичного застосування нанотехнологій, їхніх переваг і недоліків, очікуваних вигод та ризиків. Такі прогнози, своєю чергою, впливають на формування уявлень про цей інноваційний напрям у суспільній свідомості, а також на формування стратегій соціально-економічного розвитку, засад наукової та інноваційної політики, визначення пріоритетів у формуванні дослідницьких програм, розподіл коштів тощо. Крім того, підходи до визначення нанотехнологій безпосередньо впливають на формування етичних, правових і соціальних проблем, що виносяться на порядок денний у зв'язку із розвитком і впровадженням цих технологій.

Так, Ф. Уіксон, К. Грігер і А. Баун наводять дев'ять наративів, якими послуговуються соціальні та природничі науки [26] для опису нанотехнологій, виходячи із співвідношення природних процесів, їх пізнання та розробки нанотехнологій у ході науково-інженерної діяльності людини:

1. **Нанотехнології — природа:** цей наратив звертається до природних зразків нанотехнологій, описуючи нанотехнології як природні та звичні, а саму природу — як різновид машини. Наратив «нанотехнології — природа» є основоположним, оскільки легітимізує розгляд розвитку нанотехнологій загалом.

2. **Нанотехнології надихаються (інспіруються) природою:** природа та природні процеси надають дизайнерські ідеї, які людина може відтворювати, імітувати для досягнення своїх цілей у техніці й технології.

3. **Нанотехнології покращують природу:** до уваги беруться природні обмеження, які можна подолати за допомогою нанотехнологій. Визначається, що природа має свої ліміти, а людина має

прагнути удосконалити природу. Цей нарратив підтримує аргументи на користь такого суперечливого питання, як покращання, посилення людини (human enhancement), а також створення нових матеріалів.

4. **Нанотехнології використовують природу:** є протилежністю попереднього нарративу і ґрунтується на баченні, що природні об'єкти та природна еволюція є надзвичайно ефективними, і тому для успішного розвитку нанотехнологій надзвичайно важливо спиратися на біологічні явища й процеси, використовувати їх. Цей нарратив використовується, наприклад, для розвитку біоелектроніки.

5. **Нанотехнології як переступ природи:** вказує на те, що використання природи не завжди буває доречним, а нанотехнології можна розглядати як порушення природних явищ і процесів. Людина і створювані нею технології не здатні відтворити той порядок і ту організацію, що притаманні природі, і тому вони є виявом неповаги до природи та чинником її руйнування.

6. **Нанотехнології обмежені природою:** припускається, що закони природи накладають обмеження на нанотехнології, і цю обставину слід враховувати під час розробки нанотехнологій.

7. **Нанотехнології контролюють природу:** ґрунтується на уявленні про небезпечні та руйнівні сили природи, коли нанотехнології можуть стати інструментом, що забезпечить контроль над цими силами й природою загалом. Найбільшого поширення цей нарратив набув у медицині, де шукають засоби ефективного лікування досі невиліковних хвороб.

8. **Нанотехнології створюють небезпеку для природи** (загрожують природі): спирається на уявлення про небезпеки й шкоду для довкілля, пов'язані з нанотехнологіями. Природа є вразливою, і тому людина, насамперед, має захищати її. На цей нарратив спираються дослідження в галузі екології та токсикології, що з'ясовують шкідливі впливи наночастинок на довкілля та здоров'я людини.

9. **Нанотехнології «лікують» природу:** нанотехнології допомагають розв'язанню екологічних проблем. Цей нарратив підтримує нанотехнологічні дослідження в царинах відновлюваної енергії, водоочищення, покращання якості довкілля тощо.

Виокремлення цих дев'яти нарративів є, значною мірою, спрощенням, оскільки всі вони тісно взаємопов'язані між собою, але ці нарративи є корисними, оскільки відображають архетипічні уявлення про природу (першу природу людини) та техніку і технології (другу природу людини). Вони присутні й постійно відтворюються в текстах, дискусіях, дослідницьких програмах і практиках.

Наноетика та її обґрунтування

Загальні дискусії щодо етичних, правових і соціальних наслідків розвитку та впровадження

нових технологій, особливо коли йдеться про взаємодію живих систем і нанобіотехнологій, тривають уже близько десяти років [12]. У науковому середовищі ці дискусії сприяли виокремленню спеціальних напрямів досліджень, об'єднаних загальною аббревіатурою — *ELSI studies* (ethical, legal, and social implications), або дослідження етичних, правових і соціальних імплікацій новітніх технологій, та *EHS studies* (environmental, health, and safety) — дослідження впливів новітніх технологій на довкілля, здоров'я та безпеку.

Нанотехнології привертають особливу увагу гуманітаріїв, внаслідок чого в літературі утвердився неологізм «*наноетика*», яким позначають стурбованість щодо тенденцій розвитку нанонауки та ймовірних наслідків практичного впровадження нанотехнологій. Наноетиці відводиться важлива роль в оцінці тенденцій розвитку нанотехнологій та їхнього впливу на різні сфери людського життя тепер і в майбутньому.

Незважаючи на значну поширеність поняття «наноетика», залишається відкритим питання про те, чи доречно виділяти наноетику в окремий напрям етики, а якщо так, то в чому полягає її особливість і на яких підставах має здійснюватися таке виокремлення? Щоб дати відповідь на це питання, насамперед, слід розглянути коло проблем, пов'язаних із розвитком нанотехнологій, які, власне, й дали поштовх для дискусій щодо формування наноетики як спеціальної чи інклюзивної етичної дисципліни [12; 13; 21]. Ці дискусії тривають на сторінках багатьох наукових і науково-популярних видань, під час наукових конференцій та політичних дебатів, присвячених питанням науково-технічного й технологічного прогресу, інноваційного розвитку та соціально й екологічно відповідального бізнесу.

П. Лін (P. Lin) і Ф. Олгоф (F. Allhoff) називають нанотехніку новим і суперечливим дослідницьким полем, що охоплює етичні та соціальні аспекти нанотехнологій [3; 16]. Дж. Мур і Дж. Уеккерт визначають її як етику нанотехнологій [17]. Водночас ці дослідники вказують на необхідність ретельнішого дослідження проблемного поля наноетики, що, зрештою, дозволить дати відповідь на питання про правомірність виділення наноетики в окрему дисципліну чи субдисципліну.

На перший погляд видається, що низка питань, які асоціюються із застосуванням нанотехнологій, не є новими. Наприклад, на нанотехнології покладають великі надії щодо збільшення тривалості життя людини, її фізичних і когнітивних можливостей, хоча ці питання порушуються мало чи не упродовж усієї історії науки і є предметом багатьох дисциплін. Водночас, як уже зазначалося, з новими унікальними можливостями нанотехнологій і наноматеріалів пов'язують і нові ризики для довкілля, здоров'я та безпеки (*new environmental, health, and safety risks* — *EHS-*

risks). Проте це ще не є достатньою підставою для легітимації наноетики, оскільки зазначені питання можна вирішувати, наприклад, у межах інженерної або екологічної етики, один з принципів яких полягає, зокрема, в тому, що не можна запроваджувати в широке виробництво такі матеріали, які не підлягають утилізації або декомпозиції [3; 16]. П. Лін і Ф. Олгоф доходять висновку, що дискусії навколо легітимації наноетики стосуються радше семантичної, ніж реальної сторони проблеми. Незважаючи на труднощі визначення змісту поняття «наноетика», воно є «лінгвістично корисним», оскільки охоплює актуальні напрями досліджень — етичні, соціальні, екологічні, медичні, політичні, правові тощо питання, що виникають унаслідок розробки та практичного впровадження нанотехнологій [10; 16].

Виходячи з базового визначення нанотехнологій та очікувань від їх впровадження, можна виділити: 1) *етику*, що ґрунтується на футуристичних прогнозах щодо експансії нанотехнологій та ймовірної втрати людиною власної ідентичності в майбутньому (*алармістська етика*); 2) *етику реальних проблем* [21]. З наведеною вище позицією Й. Шумера (J. Schummer) солідаризується думка французької дослідниці Б. Бенсо-Вінсент (B. Bensaude-Vincent), яка виокремлює «*дві культури нанотехнологій*»: перша є філософською рефлексією над проектами нанонауки та нанотехнології, що впливають з футуристичних сценаріїв Е. Дрекслера та його послідовників, а друга формується «розмаїтою групою науковців», залучених до різноманітних наноініціатив, які намагаються дистанціюватися від футурологічних сценаріїв Е. Дрекслера.

Донедавна кількісно переважали саме публікації на футурологічну тематику, що змальовували оптимістичні або песимістичні сценарії застосування нанотехнологій. Оптимістичні сценарії пропонують *нові утопії* (подолання голоду і всіх хвороб, значне продовження тривалості життя аж до досягнення безсмертя тощо) або описують майбутнє в порівняльних категоріях на кшталт «менше, швидше, міцніше, дешевше». Песимістичні алармістські сценарії, навпаки, акцентують увагу на руйнівному впливі нанотехнологій для людини, суспільства, природи, біосфери, перспективи диктатури нанороботів або експансії сірого чи чорного слизу («grey-black goo expansion»), поширення якого планетою стане наслідком діяльності нанороботів [10; 21].

«Якщо спиратися на візонерські дефініції, — пише Й. Шумер, — то негайно постають і етичні питання нанотехнологій, оскільки вони є частиною цих дефініцій. Такі візії являють собою суміш емоцій, сподівань і страхів, а не знань». Етичні рефлексії, що ґрунтуються на телеологічних або футуристичних дефініціях указують, «чого ми маємо бажати» (що є добро) і «чого ми повинні боятися» (що є зло). *Етика небезпеки,*

або алармістська етика, є частиною таких рефлексій [21]. З метою просування дослідження етичних і соціальних аспектів наноетики, спираючись на принципи наукової поінформованості та філософської виваженості й строгості, 2007 р. було засновано часопис «NanoEthics» (Springer). Видавці журналу ставили собі за мету не лише обговорення тенденцій розвитку та впровадження нанотехнологій, їхніх імовірних впливів, а й дискусії щодо невизначеностей поняття наноетики. Нанотехнології, на їхнє переконання, заохочують до глибшого осмислення й переосмислення низки базових ідей філософії та етики науки і технології [2; 25].

Невізонерське, або неспекулятивне, бачення наноетики репрезентує етичні рефлексії над антропологічними і соціальними наслідками розробки нанотехнологій та необхідності спрямування їх у напрямі, що відповідає принципам гуманізму, гідності, справедливості. Цей підхід ґрунтується на реальних дефініціях нанотехнологій та на комплексній оцінці нанотехнологій, зважуванні всіх «за» та «проти», що постають на практиці. Отже, бачення наноетики, засноване на реальному визначенні нанотехнологій, має на меті:

— сформуванню більш збалансований етичний погляд [9; 10];

— розробити «динамічну модель етичних рефлексій, що ґрунтується на постійно оновлюваних даних досліджень і викликів» [17];

— опрацювати «дослідницьку філософію нанотехнологій» («explorative philosophy of nanotechnology») або «дослідницьку нанофілософію» («explorative nanophilosophy») [12; 13].

Досягти *збалансованого етичного бачення наноетики*, на думку ірландського філософа й етика Б. Гордайна (B. Gordijn), можна завдяки дотриманню такої послідовності етико-філософських рефлексій:

— оцінка конкретних сфер нанотехнологій; визначення цілей кожної з цих сфер; етична оцінка цих цілей з позицій пошуку відповіді на питання про бажаність чи небажаність цих цілей з позицій етики;

— оцінка ймовірності досягнення певних цілей у конкретних галузях нанотехнологічних досліджень, ґрунтуючись на корпусі наявної наукової літератури;

— визначення етичних проблем, що пов'язані з подальшим розвитком конкретних галузей нанотехнологій, оскільки вони відрізняються в різних дослідницьких сферах.

Насамкінець, після того як будуть визначені етичні проблеми, що пов'язані з подальшим розвитком у конкретній галузі нанотехнологій, і ці етичні проблеми є непоборними, тобто не піддаються розв'язанню, лише тоді можна робити висновок про етичну небажаність продовження досліджень у цій галузі. Йдеться про те, що аналіз наслідків практичного впровадження нанотехно-

логій в певній галузі (медицина, електроніка, харчова промисловість тощо) потребує урахування особливостей функціонування та розвитку цієї галузі [10]. Серед етичних проблем, що можуть виникати внаслідок застосування нанотехнологій, доцільно також виділяти ті, що можуть виникати в *близькій, середній і довготерміновій* перспективах [11].

Різні бачення наслідків і ризиків застосування нанотехнологій та відмінності їхніх етичних оцінок поляризуються за принципом «спочатку етика — потім технології» або «спочатку технології — потім етика». Підхід «спочатку етика — потім технології» передбачає запровадження мораторію на певні напрями досліджень у наноауці та на практичне впровадження її досягнень до тих пір, поки не будуть визначені ризики, ухвалений галузевий кодекс поведінки, розроблена відповідна законодавча база тощо. Як показує досвід, запровадження мораторіїв у науці є малоефективним, а заборони на певні напрями наукової діяльності на практиці завдають значної шкоди як самій науці, так і суспільству загалом. Етиці ж відводиться репресивна функція стримування наукового пошуку. Альтернативний підхід «спочатку технології — потім етика» відводить етиці роль стороннього спостерігача за процесом розвитку наноауки та нанотехнологій, і лише тоді, коли стане можливим окреслити тенденції цього розвитку, етики мають взятися за вироблення морально-етичних регулятивів і правил поведінки. Втім, за такого очікуваного підходу суспільство може виявитися не готовим до викликів, пов'язаних із цим напрямом інноваційного розвитку [27].

Таким чином, окремо взятий кожний з підходів («спочатку етика — потім технології» та «спочатку технології — потім етика») є малопродуктивним під час розв'язання етичних проблем розвитку та поширення нанотехнологій, оскільки застосовується у формі дихотомії «або — або». Ця суперечність вочевидилася ще в 1960-ті роки, коли перед суспільством гостро постало питання необхідності оцінки технологій загалом (technology assessment) і була сформульована Девідом Коллінгріджем (David Collingridge) у 1980 р. як дилема Коллінгріджа (Collingridge's dilemma) [15]. Стисло, суть її полягає у такому: якщо етичні оцінки зроблені до унаочнення технологічних впливів, то виникають труднощі передбачення цих впливів, а якщо вони робляться, коли технології вже втілені у практику, то виникають труднощі щодо контролю [15].

Сприяти зняттю суперечностей між крайніми позиціями «спочатку етика — потім технології» та «спочатку технології — потім етика» та розв'язанню дилеми Коллінгріджа може *динамічний етичний підхід*, ґрунтований на постійному діалозі між різними суспільними групами, між розробниками нанотехнологій та етиками. Етична думка має безперервно відслідковувати фактич-

ний матеріал та осмислювати його, оскільки нові технології створюють ситуації, до яких не можуть беззастережно застосовуватися наявні етичні підходи, а динамічний етичний підхід може розглядатися як основа розв'язання суперечностей між інноваційним розвитком і мінімізацією ризиків.

Німецький філософ А. Грюнвальд (A. Grunwald) пропонує розглядати розвиток нанотехнологій та можливі наслідки їх практичного впровадження в межах *концепції «дослідницької філософії нанотехнологій»* (“explorative philosophy of nanotechnology”), або «дослідницької нанофілософії» (“explorative nanophilosophy”), особливість якої полягає в обґрунтуванні необхідності виходу за межі суто прикладної етики (а наноетику часто позиціонують як різновид прикладної етики) у сферу «до-етичних досліджень» (“pre-ethical consideration”) для того, щоб краще зрозуміти нормативні невизначеності, зумовлені розвитком нанотехнологій та їх застосуванням у різних суспільних практиках [12; 13].

Д. Джонсон (D. G. Johnson) пропонує розглядати розвиток нанотехнологій і, відповідно, наноетику в рамках концепції *соціотехнічних систем*, згідно з якою формування технологій є результатом дії значної кількості акторів (або суспільних чинників), через що розвиток технологій характеризується багатьма невизначеностями [14]. Соціотехнічні системи охоплюють артефакти (техніку) та соціальні практики, соціальні механізми, соціальні відносини та системи знань. Урахування особливостей усіх складових соціотехнічної системи дозволяє подолати розрив між технічною та гуманітарною сферами. Відповідно, якщо технології є частиною соціальних практик, соціальних відносин і соціальних інститутів, то вони можуть бути й об'єктом етичних досліджень. Це повною мірою стосується й нанотехнологій. Тому, переконана Д. Джонсон, питання, що виникають у зв'язку з розробкою та практичним впровадженням нанотехнологій цілком правомірно розглядати, використовуючи мову, поняття, принципи, норми та теорії етики.

Зважаючи на те, що технології є складовою соціотехнічної системи, розвиток якої несе в собі низку невизначеностей, вони не потребують конструювання якихось особливих цінностей. Разом із тим етичний аналіз ранніх стадій розвитку технологій може впливати й на систему цінностей. Наноетика, на думку Д. Джонсон як мінімум, може сприяти виявленню та розкриттю змісту цінностей, які конструюються разом зі становленням нової технології як елемента соціотехнічної системи. Більш амбітне завдання наноетики полягає в нормативній оцінці цих цінностей як пошуку відповіді на питання про те, які цінності слід конструювати, а які не слід [14].

У літературі також можна знайти чимало спроб обґрунтування наноетики як різновиду професій-

ної етики. Контраргументом щодо таких спроб є твердження, що наноетика не цілком відповідає моделі професійної етики, оскільки до досліджень з нанонауки та нанотехнології залучається досить широке коло фахівців, частина з яких не вважають себе професіоналами виключно в царині нанотехнологій або наноетики.

М. Еббесен вважає, що для етичного регулювання нанотехнологій може бути застосовний «принципізм», який передбачає дотримання певної кількості загальноприйнятих етичних принципів. Для розгляду таких етичних проблем, що пов'язані з розвитком нанотехнологій, як ризики, приватність, збереження ідентичності особистості та людського роду загалом цілком придатні принципи щодо поваги автономії особистості та її цілісності (“respect for autonomy”), благодіяння (the principle of beneficence), незаподіяння шкоди (the principle of nonmaleficence) та справедливості (the principle of justice), які є частиною біоетичної теорії Т. Бочампа і Дж. Чілдреса, викладені у книзі «Принципи біомедичної етики» (Beauchamp T. L., Childress J. F. Principles of Biomedical Ethics, 1979). М. Еббесен переконана, що нанотехнології не потребують якоїсь нової етики та нових етичних принципів на зразок, наприклад, «нано-благодіяння». Усталене, традиційне визначення поняття «благодіяння» є задовільним як загальний етичний принцип серед інших етичних принципів. Ще один аргумент на користь того, що наноетика може розроблятися в рамках біоетики або за аналогією з нею, є те, що проблеми, пов'язані з розробкою та запровадженням нанотехнологій, подібні до тих, що виникають у царині біотехнологій та біомедицини [5]. До них, зокрема, належать практики використання ГМО та генної інженерії, штучного запліднення, застосування стовбурових клітин тощо. Відповідно, з'являються пропозиції спиратися на досвід вироблення етичних засад поведінки з ГМО [20], а також знаходити аналогії з етичними засадами практик генної інженерії, штучного запліднення (IVF), використання стовбурових клітин [6] для обґрунтування наноетики.

К. Шредер-Фречіте (K. Shrader-Frechette) вважає, що для регулювання в галузі нанотехнологій має бути запроваджено багаторівневий підхід, який відповідає певним етичним умовам, обґрунтованим у традиційних етичних теоріях. До таких умов, зокрема, належать: надання повної інформації, або відкритість інформації (“disclosure”), розуміння (“understanding”), добровільність (“voluntariness”) та компетентність (“competence”). Але ці умови потребують серйозної модифікації, коли йдеться про їх застосування в наногалузі, що зумовлено як специфікою самих наноматеріалів, так і особливістю розвитку нанотехнологій та їх практичним застосуванням [23]. К. Шредер-Фречіте також вважає за необхідне запровадження обов'язкової практики *незалеж-*

ного тестування продукції (насамперед, медичних препаратів і засобів косметики) на вміст наночастинок і визначення їхньої токсичності, як це практикується зараз для фармацевтичних компаній, з метою уникнення конфлікту інтересів. Згідно з її дослідженнями, ситуація з конфліктом інтересів для фармацевтичних компаній і для компаній, що виробляють продукцію на основі нанотехнологій або із вмістом наночастинок, є приблизно однаковою. Про наявність такого конфлікту інтересів у наногалузі свідчить той факт, що станом на 2007 р. більшість інформації стосовно нанотехнологій та наноматеріалів суспільство отримувало від сторін, безпосередньо зацікавлених у прибутку від застосування та просування нанотехнологій. Оскільки фактично всі дослідження в галузі нанотехнологій фінансуються компаніями, які очікують на прибуток, то виникають підстави сумніватися в достовірності їхніх даних щодо безпеки продукції, яка містить наночастинки [8]. Саме тому незалежне тестування має бути обов'язковим, але організація процедури такого тестування може наразитися на значні складнощі через специфіку нанотехнологій і специфіку виробництва наноматеріалів.

Заслуговує на увагу й тенденція переорієнтації інженерної етики як етики поведінки з наявними технологіями на технології, які мають з'явитися в майбутньому. Й. Шумер застерігає, що часом дослідники прагнуть не лише спрогнозувати майбутні виклики, а й «конструюють» майбутні здобутки й небезпеки, перетворюючись таким чином на інструмент пропаганди в боротьбі за суспільну увагу та фонди, називаючи цю тенденцію небезпечними «пастками популяризації» [22]. Звичайно, можна погодитися, що для гуманітаріїв значно цікавіше мати справу з телеологічними визначеннями нанотехнологій та різноманітними футурологічними уявними сценаріями, ніж занурюватися в деталі конкретних досліджень з нанотехнологій. Футурологічні сценарії значно легше обговорювати з широким загалом, апелюючи до їхньої уяви й фантазії, тим паче що це не потребує спеціальної наукової підготовки та філософської освіти. Але така спрямованість обговорення не так приносить користь суспільству загалом, як надає «кредит» академічним дослідженням, що позиціонують себе як нанотехнології, допомагаючи популяризувати їх як важливий нанотехнологічний прорив у науці й інженерії. Наголошуючи на важливості етичних дискусій навколо нанотехнологій, Й. Шумер окреслює два підходи до визначення їх місця й статусу:

1. Етики мають бути свідомі динаміки суспільного дискурсу та власного місця в ньому. Вони можуть очолити етичні дискусії стосовно нанотехнологій, сподівань і страхів, пов'язаних із ними, а також стосовно наукової політики в демократичному суспільстві.

2. Етика новітніх технологій не повинна займатися самоартикуляцією в публічних дискусіях, змагаючись із «зловісними мрійниками». Етичні рефлексії над новітніми технологіями мають здійснюватися в тісній співпраці з науковцями та інженерами, які безпосередньо працюють у цій царині. Такий підхід потребує кращої спеціальної підготовки й глибшого розуміння науки, кращого комунікативного досвіду і, нарешті, бажання вчених та інженерів конструктивно співпрацювати з етиками.

Висновки

Таким чином, аналіз частини загального корпусу літератури, присвяченої філософському, етичному та соціальному аналізу нанотехнологій, дозволяє дійти висновку, що пріоритетом має стати не так пошук підстав для обґрунтування наноетики як самостійної дисципліни, як усвідомлення того, що нанотехнології породжують цілу низку етичних проблем, частина з яких є принципово новими, а частина їх може розглядатися як різновид чи модифікація попередніх проблем. Разом із тим наноетика сьогодні не виходить за межі відносин між людьми, а питання про те, чи постане взагалі необхідність обґрунтовувати регулятиви відносин між людьми та наносвітом з новими центрами суб'єктивності, які потенційно можуть з'явитися в наносвіті [1], залежить від поступу нанонауки й нанотехнологій.

Сьогодні в експертних колах та етико-філософському середовищі доволі чітко проглядається поділ на два табори: на апологетів футуристичних сценаріїв щодо майбутнього нанотехнологій у трансгуманістичному дискурсі (наноутопісти, нанофутуристи) та прибічників аналізу реальних проблем, пов'язаних із дослідженнями на нанорівні, розробкою та впровадженням нанотехнологій, які, водночас, виступають як критики першого табору. Визнаючи правомірність і обґрунтованість критичних оцінок на адресу наноутопій, варто також погодитися з думкою П. Ліна і Ф. Олгофа про те, що навіть далекотермінові візонерські сценарії стосовно майбутнього нанотехнологій надають нам корисну платформу для перевірки наших моральних принципів хоча б у формі «уявного експерименту», який є звичайною етичною практикою [13; 16]. Тут доречно нагадати слова Г. Йонаса: «Серйозним засновком “science fiction” є висування таких розумових експериментів, результати яких можуть мати евристичну функцію» [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Єрмоленко А. М. Соціальна етика та екологія. Гідність людини — шанування природи / А. М. Єрмоленко. — К. : Лібра, 2010. — 416 с.
2. Йонас Г. Принцип відповідальності: У пошуках етики для технологічної цивілізації / Г. Йонас ; пер. з нім. А. Єрмоленко, В. Єрмоленко. — К. : Лібра, 2001. — 400 с.

3. Anklam E. Connecting Science and Policy to Support Innovation and Nanotechnology Acceptance among Consumers Polish Presidency Conference [Electronic resource] / E. Anklam. — Access mode : http://www.nanoethics2011.pan.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=20&Itemid=12

4. Bensaude-Vincent B. Two Cultures of Nanotechnologies / B. Bensaude-Vincent // Hyle an international journal for the philosophy of chemistry. — 2004. — Vol. 10, N 2. — P. 65–82.

5. Ebbesen M. The Role of the Humanities and Social Sciences in Nanotechnology Research and Development / M. Ebbesen // NanoEthics. — 2008. — Vol. 2, N 1. — P. 1–13.

6. Evans D. Ethics, Nanotechnology and Health / D. Evans // Nanotechnologies, Ethics and Politics. — Paris : UNESCO, 2007. — P. 125–152.

7. Freitas R. A. Jr. Personal Choice in the Coming Era of Nanomedicine / R. A. Jr. Freitas // NanoEthics : The Ethical and Social Implications of Nanotechnology / ed. by F. Allhoff [et al.]. — Wiley-Interscience : A John Wiley&Son, Inc., Publ., 2007. — P. 161–172.

8. Freedom of Information Act 2000 [Electronic resource]. — Access mode : <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2000/36/contents>

9. Glossary [Electronic resource]. — Access mode : <http://www.nanomedicine.com/NMI/Glossary.htm>

10. Gordijn B. Nanoethics: From Utopian Dreams and Apocalyptic Nightmares towards a More Balanced View [Electronic resource] / B. Gordijn // Science and Engineering Ethics. — 2005. — Vol. 11. — P. 521–533. — Access mode : http://www.academia.edu/406228/Nanoethics_From_Utopian_Dreams_and_Apocalyptic_Nightmares_Towards_a_More_Balanced_View

11. Gordijn B. Ethical Issues in Nanomedicine / B. Gordijn // Nanotechnologies, Ethics and Politics. — Paris : UNESCO, 2007. — P. 99–123.

12. Grunwald A. From Speculative Nanoethics to Explorative Philosophy of Nanotechnology [Electronic resource] / A. Grunwald // Nanoethics. — 2010. — Vol. 5. — Access mode : http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2010/grun10b_volltext.pdf

13. Grunwald A. Responsible Nanobionotechnology: Philosophy and Ethics / A. Grunwald. — Singapore : Pan Stanford Publishing, 2012. — 383 p.

14. Johnson D. G. Ethics and Technology “in the Making”: An Essay on the Challenge of Nanoethics / D. G. Johnson // NanoEthics. — 2007. — Vol. 1, N 1. — P. 21–30.

15. Liebert W. Collingridge’s dilemma and technoscience / W. Liebert, J. C. Schmidt // Poiesis&Praxis. — 2010. — Vol. 7. — Iss. 1/2. — P. 55–71.

16. Lin P. Nanoscience and Nanoethics: Defining the Disciplines / P. Lin, F. Allhoff // NanoEthics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology / ed. by F. Allhoff [et al.]. — Wiley-Interscience : A John Wiley & Son, Inc., Publ., 2007. — P. 3–16.

17. Moor J. Nanoethics: Assessing the Nanoscale from an Ethical Point of View / J. Moor, J. Weckert // Discovering the Nanoscale. — Amsterdam : IOS Press., 2004. — P. 301–310.

18. Scientific Basis for the Definition of the Term “Nanomaterial” — Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). — Brussels, 2010. — 46 p.

19. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) [Electronic resource]. — Access mode : http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/index_en.htm

20. Schomberg R. Von. Introduction: Understanding Public Debate on Nanotechnologies / R. Schomberg // Understanding Public Debate on Nanotechnologies: Options for Framing Public Policy / ed. by R. von Schomberg, S. Davies. — Brussels : European Commission, 2010. — P. 5–12.

21. Schummer J. Identifying Ethical Issues of Nanotechnologies / J. Schummer // Nanotechnologies, Ethics and Politics. — Paris : UNESCO, 2007. — P. 79–98.

22. Schummer J. The Popularisation of Emerging Technologies through Ethics From Nanotechnology to Synthetic Biology / J. Schummer // *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science*. – 2008. – Vol. 2, N 1. – P. 56–62.

23. Shrader-Frechette K. Nanotoxicology and Ethical Conditions for Informed Consent / K. Shrader-Frechette // *NanoEthics*. – 2007. – Vol. 1, N 1. – P. 47–56.

24. *The National Nanotechnology Initiative: Research and Development Leading to a Revolution in Technology and Industry* (Supplement to the President's FY's 2008 Budget). – Arlington: NNCO, 2007. – 48 p.

25. Weckert J. Editorial / J. Weckert // *NanoEthics*. – 2007. – Vol. 1, N 1. – P. 1–2.

26. Wickson F. Nature and Nanotechnology: Science, Ideology and Policy Introduction / F. Wickson, K. Grieger, A. Baun // *International Journal of Emerging Technologies and Society*. – 2010. – Vol. 8, N 1. – P. 5–23.

27. Wolf E. Responsibility and Technics in Levinas and Jonas: Two Strategies in Response to the Disorientation of Ethics in the Modern World / E. Wolf // *Philosophy Today*. – 2011. – Vol. 5, N 2. – P. 135.

Надійшла 13.03.2017

Рецензент д-р філософ. наук, проф. В. Б. Ханжи

УДК 17.011:17.022.1:167.7

С. В. Пустовит, д-р филос. наук, проф.

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ: «НЕВОЗМОЖНОСТЬ ОСТРОВА»¹

*Национальная медицинская академия последипломного образования
имени П. Л. Шупика, Киев, Украина*

УДК 17.011:17.022.1:167.7

С. В. Пустовит

ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ: «НЕВОЗМОЖНОСТЬ ОСТРОВА»¹

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика,
Киев, Украина*

В статье рассматривается взаимное влияние науки, технологии, этики и социума в свете гуманитарных проблем современных технологий. Двойственная природа технологий, с одной стороны, обусловлена социокультурным контекстом, с другой — экзистенциальными измерениями личности, наделенной свободой. Эффективное функционирование системы наука-технология-этика предполагает конгруэнтность элементов связи: технологизацию и прагматизацию этики, увеличение удельного веса метафизики, философии, этики в научно-технологической системе. Наука и технологии встроены в существующую систему социальных отношений, их автономия ограничена.

Ключевые слова: наука, технологии, гуманитарные проблемы, этика науки, социальное регулирование.

UDC 17.011:17.022.1:167.7

S. V. Pustovit

HUMANITARIAN ISSUES OF SCIENCE AND TECHNOLOGY:
“ISOLATED ISLAND IS IMPOSSIBLE”

Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

The article deals with the mutual influence of science, technology, ethics and society in the light of humanitarian problems of modern technologies. Thus, the dual nature of the technology is explained by the socio-cultural context and the existential dimensions and intentions of the person, his freedom. The effective functioning of a science-technology-ethics system implies congruence of connection elements, technologization and pragmatization of ethics, increasing of metaphysics, philosophy, ethics proportion in scientific and technological system. Science and technology are integrated into the existing system of social relations, their autonomy is limited.

Key words: science, technology, humanitarian problems, ethics of science, social regulation.

Наука и технологии² выступают могущественной силой, изменяющей не только среду обитания человека, но и его мысли, привычки, образ жизни, идеалы и ценности: возникают все более высокие стандарты жизни; увеличиваются воз-

можности выбора; освобождается большое количество свободного времени; формируются все более совершенные системы коммуникации. В данной статье мы попытаемся проанализировать взаимное влияние науки, технологии, этики и социума в свете проблемы гуманитаризации современных технологий.

Немецкий социолог И. Барбур в своей книге «Этика в век технологий» выделяет следующие гуманитарные проблемы науки и технологий, отражающие все большую технологизацию жизни современного человека [1, С. 4]: 1) однообра-

¹ От названия фантастического романа французского писателя М. Уэльбека «Возможность острова».

² Под технологией мы понимаем применение научного знания для решения практических задач, а также совокупность средств, процессов, операций, методов, с помощью которых осуществляется соответствующий производственный процесс.