

НАНОТЕХНОЛОГІЇ І НАНОМЕДИЦИНА: ЕТИЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ

Свінцицький І.А.

Національний медичний університет імені О.О.Богомольця, м. Київ, Україна

Ключові слова: нанотехнології, наномедицина, етика, безпека, дослідження, права людини

Останніми роками з розвитком нанотехнологій пов'язують досягнення науки і техніки в різних аспектах людської діяльності. Вони відкривають шляхи до створення продуктів, які відрізняються абсолютно новими властивостями і призначеннями. На думку численних експертів, ХХІ століття ознаменується науково-технічною революцією, пов'язаною саме з нанотехнологіями і наноматеріалами, оскільки їх надзвичайно швидкий прогрес відкриває небачені можливості для розширення міждисциплінарної і міжнародної співпраці [4,10,12,33,39].

Усвідомлення стратегічної важливості досліджень в цій галузі призвело до того, що в багатьох країнах на рівні урядів і найбільших компаній створені і успішно виконують програми робіт з нанотехнологій. Сьогодні світові обсяги інвестицій в нанотехнології вже обчислюються мільярдами доларів і мають стійку тенденцію до росту.

Виконання робіт в цій галузі покликане забезпечити підвищення якості життя населення, досягнення економічного росту, розвитку науки, освіти і культури, зміцнення економічної і технологічної незалежності та безпеки [7].

Згідно з визначенням National Nanotechnology Initiative (США), нанотехнології – це дослідження і технологічні розробки на атомному, молекулярному або макромолекулярному рівнях, що проводяться для отримання фундаментальних знань про природу явищ та властивостей різних матеріалів розмірами від 1 до 100 нм, а також для створення і використання структур і систем, що набувають нові властивості завдяки своїм розмірам. Нанотехнологічні дослідження та розробки включають контрольовані маніпуляції з нанорозмірними структурами, інтеграцію їх у більші компоненти, системи і архітектури [26].

Враховуючи інтенсивний розвиток нанотехнологій, ведеться активний пошук методів синтезу наноматеріалів та впровадження їх у практику, зокрема в медицині, енергетиці, промисловості тощо. Одним із пріоритетних напрямів є саме наномедицина, яка вивчає можливість застосування нанотехнологічних розробок для профілактики, діагностики та лікування різних захворювань з контролем біологічної активності, фармакологічної та токсикологічної дії одержаних продуктів або медикаментів [13,14,30].

Сьогодні часто спостерігається підвищений інтерес громадськості до проблем, які пов'язані з можливостями розвитку нанотехнологій та їх широкого застосування в побуті, техніці, соціальному житті. Все це відіб'ється на розвитку сучасного суспільства, тому постає безліч

соціальних, гуманістичних, морально-етичних питань [1,3,20,27,34,38,42].

Етична оцінка нанотехнологій є вкрай важливою задачею саме в наш час, перш ніж наслідки впровадження результатів таких досліджень безпосередньо торкнуться суспільства. Новизна та нестача знань зумовлює необхідність ретельного вивчення потенційного використання та можливих ризиків з огляду на безпеку, токсичність, наслідки для здоров'я та навколишнього середовища, загальні етичні та політичні питання [7,25,35,50].

На жаль, мова йде лише про формальне визнання наявності етичних проблем, пов'язаних з нанотехнологіями. Оскільки систематичні дослідження з цієї тематики нині відсутні, то можна лише констатувати інтуїтивне й безсистемне усвідомлення етичної значущості нанотехнологій. Багато їхніх етичних аспектів не є новими і не пов'язані конкретно з ними. Новим є зіткнення різних традиційних ліній етичної поведінки вчених, що пов'язане з різносторонністю і міждисциплінарним характером нанотехнологій.

Етично значущі питання виникають у випадках обговорення можливих ризиків для людей, яким в майбутньому доведеться працювати з наночастинками, а також заходів можливої профілактики [9].

Завчасне, інформаційне і міждисциплінарне громадське обговорення дозволило б привернути увагу до екологічних і медичних аспектів розвитку нанотехнологій та їхнього використання для вирішення проблем охорони здоров'я і навколишнього середовища. Проте ще важливішу роль етичний аналіз відіграє в питаннях оцінки і публічного обговорення мети, для досягнення якої використовуватимуться ці технології [5,11].

Обговорення ризиків важливе для того, щоб наномедицина могла отримати громадську підтримку. Громадськості може бути важко зрозуміти деякі складні нанотехнологічні ідеї. Дослідники повинні розповісти про використання нанотехнологій в медицині, їх переваги і недоліки [16,23].

Адже саме критична дискусія дозволить прийняти правильні рішення і запобігти можливим небезпекам, бо нанотехнології, як і будь-яка інша галузь науки, має потенційний ризик неправильного застосування, створення нових соціально-економічних або етичних конфліктів. Якщо людям детально не повідомлять про нанотехнології, вони, ймовірно, розглянуть їх як можливу небезпеку. Реакція представників європейських країн на генетично

модифіковані продукти ілюструє важливість залучення громадськості до діалогу щодо нової технології. Дослідники нанотехнологій і урядові установи повинні повідомити громадськість про наномедицину, розробити інтегровану програму щодо відкритого обговорення її етичних, соціальних і юридичних питань [38,43,44].

Обговорення специфічних етичних аспектів нанотехнологій тягне за собою багато складних питань для суспільства. Наступні їхні особливості викликають особливе занепокоєння:

- невидимий характер (створення складних умов для контролю і відстеження наслідків);
- швидкий розвиток (надзвичайна складність прогнозування, оперативного виявлення і реагування щодо потенційних небезпек);
- можливість застосування з метою безпеки та оборони (потенційна загроза для прав людини);
- глобальне значення (потенційний вплив на країни і суспільства, які не беруть участь у нанотехнологічних розробках);
- небезпека нанорозділу (потенційне збільшення нерівності між розвиненими країнами і тими, що розвиваються) [11].

Kahan D.M. та ін. (2009) провели експериментальне дослідження з метою визначення реакції громадськості на інформацію про переваги і недоліки нанотехнологій. Було встановлено, що громадська думка може також формуватися під впливом психологічної динаміки, пов'язаної з культурологічною обізнаністю [32].

Повсякденний ріст темпів застосування наночастинок вимагає від вчених більше уваги приділяти вивченню можливих негативних впливів наночастинок на організм людини і тварин, а також на можливість безпеки у процесі їх виробництва і для навколишнього середовища [24,28]. Сьогодні однозначно охарактеризувати різні наночастинок з погляду їх потенційної небезпеки для здоров'я людини надзвичайно складно. Часто суперечливі дані різних досліджень стосуються біологічних ефектів лише декількох різновидів наночастинок [12].

Вже перші дослідження показали, що у формі наночастинок різні матеріали набувають нових властивостей і біологічних ефектів. Наприклад, вони проникають в клітини і вибірково накопичуються в різних типах клітин, здатні до трансцитозу через епітеліальні і ендотеліальні клітини, можуть розповсюджуватися по ходу дендритів і аксонів, кровоносних і лімфатичних судин, викликають окислювальний стрес і запалення [6,40].

Розвиток нанотехнологій, що істотно випереджає токсикологічну оцінку їх продуктів, з повною відповідальністю можна розцінювати як негативну тенденцію сучасного розвитку [47]. Необхідно вивчати і обговорювати питання застосовності принципу обережності, а наукова невизначеність не повинна бути причиною того, щоб ухилитися від необхідних дискусій або відкладати їх [28].

Вчені повинні постійно дотримуватися морально-етичних норм і правил, ретельно вивчати і виділяти будь-які потенційні загрози, що пов'язані з новими технологіями, особливо щодо здоров'я людей, безпеки навколишнього середовища [46,51]. Необхідно упорядкувати законодавчі

акти щодо нанотехнологій, враховуючи думку громадськості і прогнозів їх розвитку в недалекому майбутньому [36].

Можна виділити наступні напрями роботи в галузі безпечного застосування нанотехнологій і наноматеріалів:

- продовжити дослідження впливу на людину наночастинок і наноматеріалів з метою запобігання потенційній шкоді для здоров'я;
- вивчити можливості використання досягнень нанотехнологій для профілактики професійних захворювань;
- розробити правила безпечного поводження з наночастинок і наноматеріалами;
- забезпечити міжнародну співпрацю в галузі нанотехнологій [8].

В області медичного застосування однією з найголовніших етичних проблем є визначення доцільних меж можливого втручання в роботу організму, що допускає, з одного боку, гарантії, що етичні принципи не будуть вироблені занадто пізно, а з іншого – вони збережуть свою практичну значущість. Суть питання – чи повинні використовуватися наноматеріали для змін у тілі людини, якщо з медичної точки зору вони не є необхідними [15,21,31].

При їх розробці необхідно враховувати права і гідність людини як пацієнта та об'єкта медичних наукових досліджень, а також запобігати можливим негативним наслідкам використання нанотехнологій. Вирішення цих питань можливе лише на основі порозуміння, що ґрунтується на повній інформації оцінки ризику, токсичності та одужування [2].

Згідно із заявою робочої групи з питань етики в науці та нових технологіях Європейської комісії (Group on Ethics in Science and New Technologies), найбільш проблематичним є питання отримання згоди на проведення медичних заходів [17]. Особливу увагу слід приділити інформуванню людей і проведенню дискусій, оскільки застосування нанотехнологічних методів представляє високий ступінь ризику для осіб і живих істот, які є об'єктом експерименту [48]. Згідно з Хельсінкською декларацією Всесвітньої медичної асоціації, кожному медичному дослідному проекту повинна передувати робота з оцінки ризику для людини, яка бере участь в дослідженні, зіставлення з очікуваною користю для цього учасника і для інших хворих.

Етичні і правові норми вимагають, щоб дослідник повідомив потенційному об'єкту дослідження (або його представникові) про мету дослідження, процедуру, переваги, ризики, альтернативи, захист конфіденційності та іншу інформацію [19]. Досліджуваний часто недооцінює ризики і переоцінює переваги дослідження, часто не в змозі зрозуміти, що головною метою клінічного дослідження є здобуття нових знань, які можуть допомогти іншим пацієнтам, а не надання оптимального медичного обслуговування [43]. Для дослідників дуже важливо пояснити переваги і ризики участі в дослідженні під час процесу отримання згоди.

Інформування осіб, які є об'єктом експериментів, у галузі нанотехнологій, представляє особливу складність: по-перше, ця технологія дуже складна і дуже важко пояснити необізнаній людині суть проекту; по-друге, маючи справу з нанотехнологіями, неможливо повністю перед-

бачити всі можливі ризики для людини, бо, як відомо, кожне дослідження в цьому напрямі є унікальним. Якщо нанотехнологічне клінічне випробування досліджує нові матеріали, які не були повністю вивчені, дослідники повинні повідомити пацієнтам про деякі неочікувані ризики [42]. Випробування на тваринах або інших альтернативних моделях, наприклад *in vitro*, не дозволяють зробити повний прогноз всіх ризиків застосування нанотехнологій на людях. На дію нанорозмірних структур впливають багато чинників, взаємодія з якими не лише може нівелювати клінічні прояви, але і завдати великої шкоди здоров'ю досліджуваного [18].

Особливої уваги заслуговують питання, що пов'язані із втручанням у розумові здібності людини, визначенням кінцевого терміну її життя та використанням досягнень нанотехнологій у військовій справі [2].

Нанотехнології потенційно несуть небезпеку збільшення нерівності між розвиненими країнами і тими, що розвиваються, а також нерівності у здоров'ї між багатшими і біднішими верствами населення.

Новий медичний продукт часто буває дуже дорогим, коли він спочатку приходить на ринок, тому що патенти виробника дають йому тимчасову монополію. Ціна нового продукту починає зменшуватися, коли інші компанії розробляють конкуруючі продукти, і патенти закінчуються. Ціна продовжує зменшуватися, оскільки генерики виходять на ринок.

В далекотерміновій перспективі система інтелектуальної власності сприятиме поліпшенню здоров'я людей, забезпечуючи стимулювання інвестицій в біомедичні наукові дослідження. Проте нині вона може підсилити нерівність в здоров'ї, бо бідніші верстви населення будуть не в змозі придбати нові і дорогі продукти нанотехнологій [37].

Для розвитку національної і міжнародної справедливості щодо доступу до нанотехнологій країни повинні гарантувати, щоб закони про інтелектуальну власність не дали виробникам надмірний контроль над ринком, розвивати програми фінансування системи охорони здоров'я, брати участь в міжнародних програмах допомогти країнам, що розвиваються, отримувати доступ до наномедицини, домовлятися про справедливі торгові угоди і заохочувати компанії встановлювати стратифіковані програми оцінки, які роблять нанотехнології доступними [41].

Нанотехнології неймовірно збільшують можливість непомітного збору інформації, що відкриває великі можливості для збору даних про громадян, промислового і військового шпигунства. Особливо уразливим щодо порушень прав людини є стан здоров'я. Проблеми збереження лікарської таємниці, захисту банків медичних даних і складних соціальних наслідків порушення цих норм відомі вже давно, а розвиток нанотехнологій лише примушує розглядати їх ще серйозніше [9,29].

Надзвичайно важливим є і релігійний фактор. Так, Scheufele D.A. та ін. (2009) оцінили "релігійний фільтр" (кореляція між релігійністю і ставленням до науки) і виявили, що переваги нанотехнологій краще сприймаються у громадах з нижчим рівнем релігійної обізнаності [45].

Отже, незважаючи на величезний потенціал застосування нанотехнологічних розробок у різних галузях люд-

ської діяльності, на жаль, етичні, юридичні та соціальні проблеми знаходяться на неналежному рівні [22,49].

До вивчення питань нанотехнологій слід залучати фахівців з етики, філософів та правознавців, які мають співпрацювати з науковими колективами. Ці дослідження також повинні носити міждисциплінарний характер, бо розвитком і використанням нанотехнологій є феномен глобального масштабу. Міжнародне партнерство дозволить своєчасно визначати потребу в проведенні досліджень, розробляти методiku і обмінюватися результатами [8,11].

Рецензент: д.мед.н., доцент П.Ф.Музиченко

ЛІТЕРАТУРА:

1. Балабанов В.И. *Нанотехнологии. Наука будущего* / В.И.Балабанов. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с.
2. Головенко М.Я. *Наномедицина: досягнення та перспективи розвитку новітніх технологій у діагностиці та лікуванні (огляд літератури)* / М.Я.Головенко // Журнал АМН України. – 2007. – Том 13, №4. – С. 617–635.
3. Горохов В.Г. *Наноэтика: значение научной, технической и хозяйственной этики в современном обществе* / В.Г. Горохов // *Вопр. философии.* – 2008. – № 10. – С. 33–49.
4. Гусев А.И. *Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии* / А.И.Гусев. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
5. Демецкая А.В. *Нанотехнологии и качество жизни работающих* / А.В.Демецкая // *Сучасні проблеми біоетики.* – К.: "Академперіодика", 2009. – С. 96–100.
6. Дурнев А.Д. *Токсикология наночастиц* / А.Д.Дурнев // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* – 2008. – Том 145, №1. – С. 78–80.
7. *Етичні аспекти нанотехнологій. Режим доступу:* <http://biomed.nas.gov.ua/activity/nanoethics-ua>.
8. Колесников С.И. *Нанотехнологии и наноматериалы – значение для медицины и правовое обеспечение безопасности их производства и применения* / С.И.Колесников, А.В.Ткач // *Жизнь без опасности.* – 2007. – Том 3, №2. – С. 22–33.
9. Кравченко Т.А. *Этические аспекты внедрения нанотехнологий в жизнь современного общества* / Т.А.Кравченко // *Збірник наукових праць "Інтелект. Особистість. Цивілізація".* – 2009. – №7. – С. 121–128.
10. Москаленко В.Ф. *Нанотехнології, наномедицина, нанофармакологія: стан, перспективи наукових досліджень, впровадження в медичну практику* / В.Ф.Москаленко, Л.Г.Розенфельд, Б.О.Мовчан, І.С.Чекман // *Матеріали I Національного конгресу "Человек и лекарство – Украина".* – Київ, 2008. – С. 167–168.
11. *Нанотехнологии и этика: политика и направления деятельности: Рекомендации Всемирной комиссии по этике научных знаний и технологий ЮНЕСКО.* – Париж, 2008. – 16 с.
12. Самсонова М.В. *Наномедицина: современные подходы к диагностике и лечению заболеваний, вопросы безопасности* / М.В.Самсонова // *Пульмонология.* – 2008. – №5. – С. 5–13.
13. Чекман І.С. *Наночастинки: властивості та перспективи застосування* / І.С.Чекман // *Український біохімічний журнал.* – 2009. – Том 81, №1. – С. 122–129.

14. Allhoff F. *The coming era of nanomedicine* / F.Allhoff // *Am. J. Bioeth.* – 2009. – Vol. 9, №10. – P. 3–11.
15. Bawa R. *The ethical dimensions of nanomedicine* / R.Bawa, S.Johnson // *Med. Clin. North Am.* – 2007. – Vol. 91, №5. – P. 881–887.
16. Best R. *The social conditions for nanomedicine: disruption, systems, and lock-in* / R.Best, G.Khushf // *J. Law Med. Ethics.* – 2006. – Vol. 34, №4. – P. 733–740.
17. Bruce D. *Ethical and social issues in nanobiotecnologies* / D.Bruce // *EMBO Reports.* – 2006. – Vol.7, № 8. – P. 754–758.
18. Cameron N.M. *Nanotechnology and the human future: policy, ethics, and risk* / N.M. Cameron // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* – 2006. – №1093. – P. 280–300.
19. Donaldson K. *Resolving the nanoparticles paradox* / K.Donaldson // *Nanomedicine.* – 2006. – Vol. 1. – P. 229–234.
20. Dupuy J.P. *Some pitfalls in the philosophical foundations of nanoethics* / J.P.Dupuy // *J. Med. Philos.* – 2007. – Vol. 32, № 3. – P. 237–261.
21. Ebbesen M. *Nanomedicine: techniques, potentials, and ethical implications* / M.Ebbesen, T.G.Jensen // *J. Biomed. Biotechnol.* – 2006. – ID 51516.
22. *ESF forward look on nanomedicine // An ESF – European Medical Research Councils (EMRC).* – 2005. – 123 p.
23. Ferrari M. *Nanomedicine and society* / M.Ferrari, M.A.Philibert, W.R. Sanhai // *Clin. Pharmacol. Ther.* – 2009. – Vol. 85, №5. – P. 466–467.
24. Florczyk S.J. *Ethical issues in nanotechnology* / S.J.Florczyk, S.Saha // *J. Long. Term. Eff. Med. Implants.* – 2007. – Vol.17, №3. – P. 271–280.
25. Godman M. *But is it unique to nanotechnology: reframing nanoethics* / M.Godman // *Sci. Eng. Ethics.* – 2008. – Vol. 14, №3. – P. 391–403.
26. Gordon A.T. *Introduction to nanotechnology: potential applications in physical medicine and rehabilitation* / A.T.Gordon, G.E.Lutz, M.L.Boninger, R.A.Cooper // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2007. – Vol. 86, №3. – P. 225–241.
27. Grunwald A. *Nanotechnology - a new field of ethical inquiry?* / A.Grunwald // *Sci. Eng. Ethics.* – 2005. – Vol. 11. – P. 187–201.
28. Hoet P. *Nanoparticles – known and unknown health risks* / P.Hoet, I.Br̄ske-Hohlfeld, O.Salata // *J. Nanobiotechnology.* – 2004. – Vol. 2. – P. 12–27.
29. Hoven J.V. *Nanotechnology and privacy: on continuous surveillance outside the panopticon* / J.V.Hoven, P.E.Vermaas // *J. Med. Philos.* – 2007. – Vol. 32, №3. – P. 283–297.
30. Jain K.K. *Nanomedicine: application of nanobiotecnology in medical practice* / K.K.Jain // *Med. Princ. Pract.* – 2008. – Vol. 17, №2. – P. 89–101.
31. Johnson S. *The era of nanomedicine and nanoethics: has it come, is it still coming, or will it pass us by?* / S.Johnson // *Am. J. Bioeth.* – 2009. – Vol. 9, №10. – P. 1–2.
32. Kahan D.M. *Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology* / D.M.Kahan, D.Braman, P.Slovic, J.Gastil, G.Cohen // *Nat. Nanotechnol.* – 2009. – Vol. 4, №2. – P. 87–90.
33. Kubik T. *Nanotechnology on duty in medical applications* / T.Kubik, K.Bogunia-Kubik, M.Sugisaka // *Curr. Pharm. Biotechnol.* – 2005. – Vol. 6. – P. 17–33.
34. Lenk C. *Nanomedicine-emerging or re-emerging ethical issues? A discussion of four ethical themes* / C.Lenk, N.Biller-Andorno // *Med. Health Care Philos.* – 2006. – Vol. 10, №2. – P. 173–184
35. Litton P. *“Nanoethics”? What’s new?* / P.Litton // *Hastings Cent. Rep.* – 2007. – Vol. 37, №1. – P. 22–25.
36. Lopez J. *Compiling the ethical, legal and social implications of nanotechnology* / J.Lopez // *Health Law. Rev.* – 2004. – Vol. 12, №3. – P. 24–27.
37. Menikoff J. *What the Doctor Didn’t Say: The Hidden Truth about Medical Research* / J.Menikoff, E.P.Richards. - New York: Oxford University Press, 2006. – 321 p.
38. Mills K. *Getting the best from nanotechnology: approaching social and ethical issues openly and proactively* / K.Mills, C.Federman // *IEEE Technology and Society Magazine.* – 2005. – Vol. 24, №4. – P. 18–26.
39. Moghimi S.M. *Nanomedicine: current status and future prospects* / S.M.Moghimi, A.C.Hunter, J.C.Murray // *FASEB Journal.* – 2005. – Vol. 19, №3. – P. 311–330.
40. Oberdūrster G. *Nanotoxicity: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles* / G.Oberdūrster, E.Oberdūrster, J.Oberdūrster // *Environ. Health Persp.* – 2005. – Vol. 113. – P. 823–839.
41. Resnik D. *Fair drug prices and the patent system* / D.Resnik // *Health Care Anal.* – 2004. – Vol.12. – P. 91–115.
42. Resnik D.B. *Ethical issues in clinical trials involving nanomedicine* / D.B.Resnik, S.S.Tinkle // *Contemp. Clin. Trials.* – 2007. – Vol. 28, №4. – P. 433–441.
43. Resnik D.B. *Ethics in nanomedicine* / D.B.Resnik, S.S.Tinkle // *Nanomed.* – 2007. – Vol. 2, №3. – P. 345–350.
44. Roco M.C. *Broader societal issues of nanotechnology* / M.C.Roco // *Journal of Nanoparticle Research.* – 2003. – Vol. 5, №3–4. – P. 181–189.
45. Scheufele D.A. *Religious beliefs and public attitudes toward nanotechnology in Europe and the United States* / D.A.Scheufele, E.A.Corley, T.J.Shih, K.E.Dalrymple, S.S.Ho // *Nat. Nanotechnol.* – 2009. – Vol. 4, №2. – P. 91–94.
46. Schulte P.A. *Ethical and scientific issues of nanotechnology in the workplace* / P.A.Schulte, F.Salamanca-Buentello // *Cien. Saude. Colet.* – 2007. – Vol. 12, №5. – P. 1319–1332.
47. Service R. *Nanotoxicology: nanotechnology grows up* / R.Service // *Science.* – 2004. – Vol. 304. – P. 1732–1734.
48. Sheremeta L. *Nanotechnology and the ethical conduct of research involving human subjects* / L.Sheremeta // *Health Law Rev.* – 2004. – Vol. 12. – P. 47–56.
49. Spagnolo A.G. *Outlining ethical issues in nanotechnologies* / A.G.Spagnolo, V.Daloiso // *Bioethics.* – 2009. – Vol. 23, №7. – P. 394–402.
50. Susanne C. *What challenges offers nanotechnology to bioethics?* / C.Susanne, M.Casado, M.J.Buxo // *Law Hum. Genome Rev.* – 2005. - №22. – P. 27–45.
51. Sweeney A.E. *Social and ethical dimensions of nanoscale science and engineering research* / A.E.Sweeney // *Sci. Eng. Ethics.* – 2006. – Vol. 12, №3. – P. 435–464.

**НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМЕДИЦИНА:
ЭТИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ**

Свинцицкий И.А.

*Национальный медицинский университет
имени А.А. Богомольца, Киев, Украина*

Резюме. В последние годы в области нанотехнологий отмечается чрезвычайно быстрый прогресс, который открывает новые возможности для расширения междисциплинарного и международного сотрудничества в научной сфере. Несмотря на огромный потенциал применения нанотехнологических разработок в разных областях человеческой деятельности, к сожалению, этические, юридические и социальные проблемы не находятся на должном уровне. К изучению вопросов нанотехнологий следует привлекать специалистов по этике, философов и юристов, которые должны сотрудничать с научными коллективами.

Ключевые слова: нанотехнологии, наномедицина, этика, безопасность, исследования, права человека

**NANOTECHNOLOGY AND NANOMEDICINE:
ETHICAL AND SOCIAL ISSUES**

Svintsitskyi Igor A.

*National O. Bohomolets Medical University,
Kyiv, Ukraine*

Summary. In recent years, the rapid progress in the area of nanotechnology is marked. It opens new possibilities for expansion of interdisciplinary and international cooperation in scientific sphere. Despite the huge potential of nanotechnology in different areas of human activity, unfortunately, ethical, legal and social issues are at low level. It is necessary to involve experts in ethics, philosophers and jurists who should co-operate with scientists to discuss the nanotechnology problems.

Keywords: nanotechnology, nanomedicine, ethics, safety, clinical trials, human rights.