

РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ: НАУЧНЫЙ ПРОРЫВ ИЛИ УГРОЗА

Т.В. Кувырченкова

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь

В статье анализируются возможные проблемы, связанные с развитием нанотехнологий, определены некоторые сферы применения этих технологий, в том числе в историческом разрезе, дана оценка предполагаемых негативных последствий их практического использования. Автором обосновывается необходимость развития институтов контроля за вероятными неблагоприятными последствиями развития нанотехнологий, системного совершенствования законодательства в этой области.

Ключевые слова: нанотехнологии, нанобиотехнологии, наноматериалы, нанообъекты, наноструктуры, нанонаука, наноэтика, нравственно-гуманитарная экспертиза, нанотоксикология.

Очень часто мы слышим, что человечество вступило в новую эру, которую сейчас называют четвертой промышленной революцией, – эру нанотехнологий. В 1959 г. Ричард Фейнман прочитал лекцию «*There's Plenty of Room at the Bottom*» («Там внизу — много места»), обосновав, что с помощью некоторых устройств можно сделать меньшие по размеру устройства, которые, в свою очередь, способны сделать еще меньшие устройства, и так далее до атомного уровня, т. е. при наличии соответствующих технологий можно манипулировать отдельными атомами. Это событие считают началом эры нанотехнологий.

Однако, как полагают некоторые ученые (Л.Б. Пиотровский, Е.А. Кац), эту идею впервые изложил в своей книге «Микроруки» в 1931 г. писатель Б. Житков. Он предложил изготовить сначала маленькие руки, копию своих рук, а потом к этим рукам сделать еще меньшие руки, которые будут в двести раз измельчать движения. И тогда, как считал писатель, можно увидеть всю мелкоту жизни, распорядясь самими маленькими руками¹.

А проведенные исследования доктором Ф. Вальтером из Центра исследований и реставрации французских музеев показали, что нанотехнологии появились очень давно, хотя тогда они так не назывались.

Так, например, в Древнем Египте, на их основе окрашивали волосы в черный цвет. Оказалось, что в черный цвет волосы красили из различных соединений и небольшого количества воды. В процессе окрашива-

¹ Пиотровский Л.Б., Кац Е.А «Нанотехнология», «нанонаука» и «нанообъекты»: что значит «нано»? // Экология и жизнь. 2012. № 8 [Электронный ресурс]. URL: [https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekty_chno_znachit_pano_\(дата_обращения:_08.02.2020\)](https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekty_chno_znachit_pano_(дата_обращения:_08.02.2020)).

ния получались наночастицы сульфида свинца. Таким образом обеспечивалось равномерное и устойчивое окрашивание.

В Древнем Риме стеклодувами была изготовлена чаша Ликурга (IV век до н. э.). Необычность ее в том, что матовая зеленая чаша становится красной, если ее осветить изнутри. Проведенный химический анализ показал, что чаша состоит из обычного натриево-известково-кварцевого стекла, но в нем есть около 1% золота и серебра, а также 0,5% марганца. Именно коллоидное золото создает такой эффект.

Такой же эффект имеют витражи, украшающие храмы средневековой Европы. Исследования показали, что стекло делали цветным добавки наночастиц золота и других металлов. Витражи были также и очистителями воздуха, и это свойство они не утратили до сих пор.

До настоящего времени не разгадан секрет дамасской стали, из которой в XVII в. изготавливали оружие. Исследования ученых Дрезденского университета (Германия), проведенные с помощью электронного микроскопа высокого разрешения, позволили обнаружить в структуре материала углеродные нанотрубки. Кроме того, ученые считают, что особенная слоистая структура дамасских лезвий связана также с примесями, содержащимися в руде из редких индийских месторождений.

Таким образом, нанотехнологии появились еще в древности, но объяснить их с научной точки зрения тогда люди не могли.

Научное сообщество очень активно стало проводить исследования в этой области только начиная с конца XX начала XXI в. Одним из первых государств были Соединенные Штаты Америки. В 2000 г. президент США Б. Клинтон подписал документ «*National Nanotechnology Initiative*» («Национальная нанотехнологическая инициатива»). В нем было дано определение нанотехнологий, наноматериалов и т. д.

Что же такое наноструктуры, нанотехнологии, нанообъект и нанонаука? Приставка «нано» означает с греческого «карлик». Эта приставка показывает, что исходная величина должна быть уменьшена в миллиард раз, т. е. поделена на единицу с девятью нулями — 1 000 000 000. Например, 1 нанометр — это миллиардная часть метра. Если мы уменьшим диаметр нашей планеты в 100 млн. раз, то получим диаметр, приблизительно равный диаметру футбольного мяча. А если мы уменьшим футбольный мяч, то получим размер наночастицы, по своей форме похожей на футбольный мяч. Кроме того, особенность строения материи в таких размерах проявляется в том, что на этом уровне вещество обладает иными свойствами, которые не проявляются в макромире. То есть условно - это «маленькая кучка атомов», не похожая ни на массу атомов, ни на отдельный атом.

Наноматериалами можно назвать материалы, структурными единицами которых являются нанообъекты (наночастицы). Образно говоря, здание наноматериала сложено из кирпичей-нанообъектов.

Еще больше сложностей и в то же время интереса вызывает описание биологических систем на наноразмере и их изучение. Это так называемая Живая материя. В «Национальной нанотехнологической инициативе» в качестве одной из причин особого интереса к области наноразмеров указывается возможность включать в клетки искусственные компоненты и ансамбли, создавая тем самым новые структурно организованные материалы на основе подражания методам самосборки в природе².

Применительно к биологии можно говорить о самовоспроизводящихся структурах, начиная с живой клетки, а вот основные процессы протекают на уровне наноразмеров. Таким образом, и это главное, именно уровень наноразмеров представляет собой переход от уровня молекулярного к уровню Живого. Наночастицы представляют собой переходную форму от отдельных молекул к сложным функциональным системам.

Используя достижения нанонауки в будущем, можно увеличить интеллектуальные способности человека, разрабатывая лекарства, которые позволят усилить память или удалить ненужные воспоминания. Природа человека может быть также улучшена с помощью, например, генетического выбора потомства (все работы, связанные с генами, могут быть отнесены к сфере нанотехнологии). Развитие военной робототехники, создание «суперсолдата» с увеличенными физическими возможностями и других приложений изменят природу войны и в конечном счете сделают ее бессмысленной и невозможной³.

Но не всё понятно с безопасностью нанотехнологий, в первую очередь тех, которые вторгаются в живую природу человека. Например, технология генетического выбора потомства. Конечно, родители желают иметь симпатичного ребенка, не отягощенного наследственными заболеваниями и обладающего исключительными способностями. В некоторых странах используют корректировку пола рождающихся младенцев в сторону увеличения количества мальчиков. Вероятно, через какое-то время можно будет уже изменить геном зародыша, а вот последствия этого могут проявиться значительно позже и не обязательно положительные. Итак, нанотехнологическая революция изменит сам строй жизни и самих нас. Это будет уже другой мир.

² Пиотровский Л.Б., Кац Е.А «Нанотехнология», «нанонаука» и «нанообъекты»: что значит «нано»? // Экология и жизнь. 2012. № 8 [Электронный ресурс]. URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobekty_chno_znachit_nano (дата обращения: 08.02.2020).

³ Эрлих Г. Нанотехнологии как национальная идея // Химия и жизнь. 2008. № 3 [Электронный ресурс]. URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430589/Nanotekhnologii_kak_natsionalnaya_ideya (дата обращения: 08.02.2020).

Можно констатировать, что без прогнозирования возможных негативных последствий в развитии нанотехнологий, контроля за применением продукции нанотехнологий невозможно дальнейшее их совершенствование. Нанотехнологии сами по себе не ассоциируются ни с какими опасными или вредными устройствами и веществами, это всегда промежуточные продукты, комплектующие, которые затем включаются в состав конечного изделия. Ситуация, как с ураном, который довольно безобиден до тех пор, пока им не начнут атомную бомбу.

При активном развитии прорывных направлений науки подчас забывают также о правовом регулировании возможных результатов интеллектуального труда, а также методов, которые используются для их достижения.

В Российской Федерации начиная с 2000-х гг. происходит процесс институционализации наноиндустрии. Это выражается в том, что совершенствуется нормативно-правовая база, формируется инфраструктура, функционируют коммуникационные площадки, появилась наноаука, нанозтика, новые образовательные программы для подготовки соответствующих специалистов. В 2012 г. утверждена Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. В ней отмечены три ключевые направления инновационного развития современной экономики, в том числе нанотехнологии и биотехнологии, дано определение нанотехнологий - разработка и использование систем и технических устройств в наномасштабе, нанобиотехнологий - создание и использование биомолекул как компонентов нанотехнологий⁴. 1 ноября 2019 г. утверждена «Программа национальной стандартизации на 2020 год» (Приказ Росстандарта от 01.11.2019 г. № 2612), где одним из направлений определены нанотехнологии. Постановлением Правительства РФ от 28.03.2019 г. № 332 принято решение о создании инновационного научно-технологического центра «Инновационный научно-технологический центр МГУ «Воробьевы горы», который также будет заниматься исследованием нанотехнологий новых материалов и наномашиностроением. Ранее был создан инновационный центр «Сколково» (Федеральный закон от 28.09.2010 г. № 244-ФЗ).

Но активное развитие нанотехнологий создает и ряд проблем, так как, разрабатывая сложные технические системы, человек сталкивается с возможной неопределенностью их поведения. И эта непредсказуемость, неясность результата, к сожалению, не зависит от человека. Так, например, еще в «Программе развития наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года» (одобрена Правительством Российской Федерации 17 января 2008 г.) было прямо указано, что, «формирующиеся угрозы обусловлены спецификой реализуемых в сфере нанотехнологий

⁴ ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ 24.04.2012 г. № 1853п-П8) // СПС «КонсультантПлюс».

и наноматериалов технических решений, основанных, прежде всего, на: самоорганизации, высокой адаптивности, самообучаемости и самовоспроизводимости»⁵.

Ученые высказывают целый ряд возможных негативных последствий, представляющих опасность для человечества при использовании наноматериалов:

- более высокая токсичность наночастиц;
- трудно контролировать взаимодействие наночастиц с иными физическими, химическими и биологическими системами;
- их легче захватывают клетки;
- «невидимый» размер наночастиц может привести к тому, что их слишком поздно могут обнаружить в окружающей среде, в воздухе, в воде и т. д.;
- их высокая устойчивость в окружающей среде;
- и другие⁶.

В связи с этим появилась особая междисциплинарная область исследования – наноэтика. Цель исследований состоит в оценке социальных последствий практического внедрения и использования нанотехнологий. С 2007 г. начинается публикации специальный международный журнал «Наноэтика. Этика технологий, конвергирующих на наноуровне». Все чаще высказывается также мысль о необходимости проведения нравственно-гуманитарной экспертизы при разработке и возможном внедрении нанотехнологий. Особенно остро встает вопрос об этической и гуманитарной экспертизе полученных результатов в Агропромышленном комплексе, которая необходима для оценки как позитивных, так и негативных последствий. Вопросы ставятся перед специалистами по охране труда, использующими наноэлементы. Для обеспечения нанобезопасности возникла новая наука – нанотоксикология – учение о созданных наноустройствах и наноструктурах, имеющая дело с их воздействием на живой организм.

Можно констатировать, что недостаточно проработаны правила и техника безопасности с наночастицами, права интеллектуальной собственности, отсутствует необходимый объем знаний о возможных негативных последствиях нанотехнологий, о безопасности нанопроизводств, нанопродукции, не проработана система контроля за указанными технологиями. В качестве предложений некоторые авторы высказывают мысль даже о необходимости введения института Уполномоченного при Президенте РФ по общественному контролю нанотехнологий⁷.

⁵ Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года (одобрено Правительством РФ 17.01.2008 г.) // СПС «КонсультантПлюс».

⁶ Лившиц В. Нанообщество – Nano Society - Наноизм [Электронный ресурс]. URL: <https://www.proza.ru/2011/02/13/1646> (дата обращения: 08.02.2020).

⁷ Рыжкин В.В. Институциональное развитие nanoиндустрии в РФ: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Волгоград, 2015 . С. 6.

Недостаточно проработаны и стандарты по безопасному обращению с наноматериалами - как на международном уровне, так и государственном. Имеющиеся в основном носят рекомендательный характер. Например, «Методические указания 1.2.2743-10.1.2. Гигиена, токсикология, санитария. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в водных объектах» (МУ утв. Роспотребнадзором 23.09.2010 г.). Есть, конечно, и обязательные нормы, например, Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 21.04.2008 г. № 27 утверждены «Санитарно-эпидемиологические правила 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», но их недостаточно.

Таким образом, развитие науки, практическое использование результатов научного труда в сфере нанотехнологий требует системного совершенствования законодательства, появление институтов контроля за возможными негативными последствиями реализуемых знаний, что, с одной стороны, будет способствовать укреплению экономического потенциала российского государства, а с другой стороны - позволит обеспечить безопасность и защиту прав личности, охрану окружающей природной среды.

Список литературы

1. ВП-П8-2322. Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ 24.04.2012 г. № 1853п-П8) // СПС «КонсультантПлюс».
2. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года (одобрено Правительством РФ 17.01.2008 г.) // СПС «КонсультантПлюс».
3. Лившиц В. Нанообщество – Nano Society - Наноизм [Электронный ресурс]. URL: <https://www.proza.ru/2011/02/13/1646> (дата обращения: 08.02.2020).
4. Пиотровский Л.Б., Кац Е.А «Нанотехнология», «нанонаука» и «нано-объекты»: что значит «нано»? // Экология и жизнь. 2012. № 8 [Электронный ресурс]. URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/431265/Nanotekhnologiya_nanonauka_i_nanoobjekty_chno_znachit_nano (дата обращения: 08.02.2020).
5. Рыжкин В.В. Институциональное развитие nanoиндустрии в РФ: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Волгоград, 2015. 25 с.
6. Эрлих Г. Нанотехнологии как национальная идея // Химия и жизнь. 2008. № 3. [Электронный ресурс]. URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430589/Nanotekhnologii_kak_natsionalnaya_ideya (дата обращения: 08.02.2020).

Об авторе:

КУВИРЧЕНКОВА Татьяна Владимировна – кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры конституционного, административного и таможенного права ФГБОУ ВО «Тверской государственной университета» (170100, Тверь, ул. Желябова, 33); e-mail: kuvirchenkova@rambler.ru

NANOTECHNOLOGY DEVELOPMENT: SCIENTIFIC BREAKTHROUGH OR THREAT

T.V. Kuvyrchenkova

Tver State University

The article analyzes the possible problems associated with the development of nanotechnology, identifies some areas of application of these technologies, including in the historical context, assesses the estimated negative consequences of their practical use. The author substantiates the need to develop institutions for monitoring the likely adverse consequences of the development of nanotechnology, systematic improvement of legislation in this area.

Keywords: *nanotechnology, nanobiotechnology, nanomaterials, nanoobjects, nanostructures, nanoscience, nanoethics, moral and humanitarian expertise, nanotoxicology.*

About the author:

KUVYRCHENKOVA Tatyana – PhD, associate professor, associate professor of the department of constitutional, administrative and customs law of the Tver State University (170100, Tver, ul. Zhelyabova, 33), e-mail: kuvirchenkova@rambler.

Кувырченкова Т.В. Развитие нанотехнологий: научный прорыв или угроза // Вестник ТвГУ. Серия: Право. 2020. № 1 (61). С. 135 – 141.