

И.В. Анциферова, Е.Н. Макарова

I.V. Antsiferova, E.N. Makarova

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ЭПОХУ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

FORMATION OF ECOLOGICAL CULTURE IN THE ERA OF NANOTECHNOLOGY

Дан обзор ключевых характеристик эпохи нанотехнологий, определены механизмы управления процессом приспособления природы и человека к нанотехнологиям. Базовой задачей такого приспособления становится формирование экологической культуры на основе использования человеком новой перспективной идеи естественных и социальных наук.

Ключевые слова: наноматериалы, экологические риски, токсичность, этика, ученые, общество.

The article gives an overview of the key characteristics of the era of nanotechnology, control mechanisms defined process of adaptation of man and nature to nanotechnology. The basic task of this adaptation becomes the formation of ecological culture based on human use of promising new idea of the natural and social sciences.

Keywords: nanomaterials, environmental risks, toxicity, ethics, scientists, society.

Биосфера представляет собой глобальную природную суперсистему, которая в свою очередь состоит из множества подсистем. Эволюция биосферы обусловлена тремя группами факторов: развитием нашей планеты, биологической эволюцией живых организмов и развитием человеческого общества. Взаимное приспособление обеспечивает взаимное сосуществование и повышение устойчивости живой системы. По мере того как разворачивается научно-техническая революция, выявляются ее многообразные социальные и экологические последствия.

В настоящее время особое внимание уделяется публичному обсуждению рисков, связанных с существованием наночастиц и наноматериалов. Высокая реакционная способность и малый размер (1–100 нм) позволяют им проявлять повышенное токсическое действие по отношению к биологическим ор-

ганизмам. Интенсивно развивающиеся нанотехнологии требуют рассмотрения вопросов безопасности, оценки рисков воздействия наноматериалов на человека, а также выявления многообразных социальных и экологических последствий использования нанотехнологий.

Несомненно, развитие и применение новых нанотехнологий может значительно улучшить качество в таких областях жизнедеятельности, как медицина, очистка воды, защита окружающей среды и добыча энергетических ресурсов [1, 2]. Сейчас в наномасштабе можно синтезировать частицы с заданными физическими и химическими свойствами, что в свою очередь представляется важным шагом к созданию материалов, обладающих заранее спроектированными качествами. И это всего лишь одна из сфер применения нанотехнологий, в которой открывается путь к «зеленой» химии и «зеленой» нанотехнологии [2, 3]. Однако некоторые ученые предсказывают, что нанотехнологии следующего поколения могут стать и разрушительной силой. И поэтому в случае применения наночастиц существующая оценка «не доказано существование вреда» не должна быть истолкована как «доказано отсутствие вреда» [4].

Задача человечества в эпоху нанотехнологий – вписаться в процесс коэволюции биосферы и техносферы таким образом, чтобы биосфера пострадала как можно меньше, поскольку именно биосфера является базой для существования человечества, средой его обитания. Поставленная задача требует решения ряда вопросов, к которым относится определение ключевых характеристик эпохи нанотехнологий, а также механизма управления процессом взаимодействия природы и человека нанотехнологиями.

В первую очередь следует охарактеризовать некоторые тенденции изменения нравственной атмосферы в научном мире. Ближе всего к новым умонастроениям наиболее прогрессивной части ученых оказывается экология человека. Последняя предполагает системный подход к научно-техническим проблемам, ко всему социальному прогрессу. В ней, как и в медицине, нравственное начало заложено в самом фундаменте, в самих предпосылках, в системе аксиом. Видимо, в силу этого (хотя есть и другие причины) наметилась тенденция к экологизации науки.

Тенденция к экологизации науки выражается во взаимопроникновении естественных, технических и гуманитарных наук. Последние все больше и больше используют средства естественных и технических наук, которые в свою очередь все чаще обращаются к проблематике и ценностям наук о человеке и обществе.

С тенденцией экологизации системы науки во всем мире связан вопрос о гуманизации науки в целом, о введении нравственного начала в систему аксиом науки вообще. Это и означает изменение традиционной парадигмы

научного мышления, стремление рассматривать предмет науки таким, каким он должен быть для человека и человечества [5].

Например, М. Голдбергер, декан физического факультета Принстонского университета, в статье «Какой вклад могут внести физики» указывает на три основных направления, по которым могут работать физики в мире науки, ориентирующиеся на нравственные и социальные ценности. Это исследование физико-экологических проблем, преподавание физико-экологических курсов молодым физикам и участие в междисциплинарных коллективных исследованиях, где вместе с физиками работают врачи, юристы, экономисты, экологи, социологи, географы, ученые-политики, архитекторы и т.д. [6].

Осознание нравственной ответственности ученого в ситуации экологического кризиса становится регулятором научной деятельности. Экологический подход изменяет содержание научной работы, ее проблематику; одновременно новые черты приобретает деятельность ученого на общественной арене, связанная с последствиями научно-технического прогресса, воплощенного в нанотехнологиях. Нравственная атмосфера врывается в науку, заставляя пересматривать систему ценностей, выработанных ею на протяжении всей своей истории.

Экологизация науки, возрастание престижа гуманитарных наук, усиление внимания к нравственным аспектам научной деятельности и другие тенденции частично давали о себе знать и раньше, но их действие стало наиболее заметно только в условиях начавшейся научно-технической революции. Роль ее проявляется двояким образом [6, 7].

Во-первых, научно-техническая революция вызвала ускоренный рост производительных сил и, следовательно, резкое увеличение воздействия общества на природу. Современное производство использует естественные ресурсы в таких масштабах, которые чреваты опасными для жизни человека последствиями. Экологизация науки вызвана объективно обусловленным стремлением человечества к самосохранению. Воздействие общества на природу все время усиливается, единственный выход из тупика – взять это воздействие под свой контроль. Ни экология без остальных наук, ни остальные науки без экологии не могут решить эту задачу. Таким образом, экологизация науки – необходимое следствие научно-технического прогресса [6, 8].

Во-вторых, научно-техническая революция повлекла за собой широкое развитие прогнозирования. Взаимосвязь экологизации, гуманизации в самом широком смысле слова и футуризации мировой науки несомненна. Именно комплексные прогнозы развития науки и техники, природных ресурсов и биосферы вообще, экономики и т.д. позволяют экологии человека играть ту синтезирующую роль, о которой упоминалось выше [7].

Следует учитывать, что исследовательское прогнозирование, которое пока что, видимо, превалирует в экологических исследованиях, не может обеспечить достаточно полной картины – необходима одновременная разработка нормативных прогнозов.

В условиях экологического кризиса основные направления развития биосферы, общества, науки столь тесно переплетаются, что становится невозможным сохранение их прежнего статуса – статуса саморазвивающихся систем, лишь внешним образом связывающихся друг с другом. Возникает, целостная, гораздо более широкая система: общество – наука – биосфера. Экологическая этика ставит перед наукой ряд качественно новых проблем в соответствии с необходимостью сохранения биологической и социальной жизни на Земле. Экологизировавшая себя наука оказывается средством, с помощью которого общество получает возможность рационально организовывать само себя, а также свои отношения с окружающей средой. Но эта возможность реализуется лишь в зависимости от социально-классовой структуры общества [6, 7].

На данный момент в обществе возникла устойчивая ассоциативная связь нанотехнологий с такими довольно неоднозначными областями, как ядерные и биотехнологии. Далее в довольно короткие сроки появились новости о потенциальных рисках, связанных с производством и использованием наноматериалов, и встал вопрос о необходимости научно-технического и экологического управления сферой нанотехнологий. В нашем обществе зачастую общественное мнение формируется посредством публикаций журналистов. Журналисты же отнесли нанотехнологии к категории рискованных наук, общественное мнение склонилось к тому же. Таким образом, можно прийти к выводу, что в глазах общества восприятие нанотехнологий изменилось, и не в самую лучшую сторону. В зеркале общественного сознания и средств массовой коммуникации произошел переход от исключительного положительного образа научно-технического прогресса, воплощенного в нанотехнологиях, к восприятию новой технологической действительности как несущей много неисследованных опасностей [6].

Сейчас решающее значение приобретает социальный опыт анализа технологических рисков в целом. Технологические риски в современном обществе имеют некоторые характерные особенности, влияющие на способы предварительного научного исследования их последствий и оценку техники, а также на общественное восприятие этих рисков [9].

В общественном сознании ухудшение образа нанотехнологий связано в первую очередь с неконтролируемым применением асбеста. Данные об этом послужили примером того, что может произойти в результате интенсивного использования материалов без тщательного предварительного анализа

возможных последствий. Некоторые исследователи указывают на аналогии употребления искусственных наночастиц и асбеста: «Некоторые люди считают, что как мелкие частицы, так и волокна (например, углеродные нанотрубки), производимые с помощью нанотехнологий, могут стать новым асбестом» [10, 11].

И хотя фактически нет почти никаких соответствий в физическом или химическом строении, размерах частиц или их формы между волокнами асбеста и искусственными наночастицами, уместность истории асбеста в дискуссиях о риске, связанном с наночастицами, предлагает пример того, что может случиться без ориентации на принцип предосторожности. Благодаря «чудесным» эксплуатационным свойствам асбеста он широко применялся в промышленности. Отрицательные последствия этого для здоровья людей (асбестоз) были отмечены уже в 1930-е гг., было разработано даже несколько постановлений, направленных на урегулирование проблемы. Однако информация о том, что распространение асбестовых волокон в воздухе вызывает рак легких и мезотелиому, игнорировалась или даже сознательно утаивалась. Статистический учет и оценка данных о пагубных последствиях применения асбеста не велись вплоть до 1960-х гг. История промышленного применения асбеста с учетом всех медицинских и экономических последствий демонстрирует необходимость более осторожного подхода в области исследования наночастиц [10].

Возникновение проблемы риска в сочетании с почти полным незнанием о побочных эффектах нанотехнологий послужили основаниями для резкости и своего рода беспомощности на первых стадиях дискуссий о риске. Высказывания этого периода колебались между оптимистической «выжидательной» стратегией [12], с одной стороны, и жестким предостерегающим, иногда даже алармистским подходом – с другой: «Новизна сценариев оценки риска в развитии нанотехнологий связана с тем, что до настоящего времени ущерб, связанный, например, с перевозкой опасных продуктов, носил относительно управляемый характер. Продукт же нанотехнологий может провоцировать постоянные и трудно сдерживаемые экологические последствия. В связи с этим для транспортировки нанотехнологической продукции, а также нанотехнологических процессов требуется организационно-техническая программа профилактики выбросов наночастиц по шкале, соразмерной с опасностью конкретных видов продукции» [12, 13].

Во-вторых, новым предметом исследования становится сейчас этика техники, в частности нанотехнологий, развивающаяся в тесном сотрудничестве с токсикологией, социальными науками и юриспруденцией. Однако это не означает, что в случае с наночастицами возникают принципиально новые этические вопросы, решение которых еще предстоит. Здесь наблюдается зна-

чительное сходство с задачей исследования новых химических веществ, например, в области разработки экологических стандартов и стандартов безопасности. Но все же новая задача требует новых концептуальных и интеллектуальных подходов к ее решению.

Систематические исследования по этой теме отсутствуют, сейчас можно говорить лишь об интуитивном и бессистемном осознании этической значимости нанотехнологий.

Этические суждения и оценки могут дать ориентиры развития техники. Например, в отношении справедливости распределения получаемых от использования нанотехнологий преимуществ. Проблемы справедливости распределения связаны с тем, что очень часто технический прогресс усиливает неравномерность социального развития, в результате чего научно-техническая революция приводит лишь к углублению раскола мира на богатые и бедные государства.

В связи с этическими аспектами применения нанотехнологий очень часто упоминается сфера защищенности частной жизни человека. Нанотехнологии увеличивают возможность незаметного сбора информации, что открывает невиданные возможности для сбора данных о жизни человека, не говоря уже о промышленном и военном шпионаже. Особенно уязвимым в отношении нарушений прав личности является состояние здоровья человека. Технологии типа «лаборатория на чипе» позволяют строить прогнозы и ставить диагнозы для огромного числа пациентов, непрерывно создавая массовые базы данных о здоровье населения. Без достаточной защиты сведений о частной жизни можно будет очень легко манипулировать отдельными гражданами и целыми группами населения, что делает уязвимыми их гражданские права и свободу действий.

Многие виды применения нанотехнологий действительно заставляют задуматься о коренном преобразовании человеческого организма на основе новых технических достижений. В настоящее время серьезно обсуждаются вопросы замены тканей и целых органов, а также восстановление и расширение возможностей восприятия с использованием так называемых нейроимплантатов. В отличие от классической медицины, нанотехнологии обещают не только совершенствовать организм. Методы достижения идеального состояния здорового организма постепенно совершенствуются и превращаются в методы расширения физических и психических способностей человека.

Важной составляющей вопроса о нанотехнологиях является отношение и регулирование нанотехнологий в различных странах. Основная роль государственных структур – реализация государственных программ, ориентированных на исследование нанотехнологий с точки зрения экологии и этики,

а также создание нормативно-правовой базы в сфере производства и реализации наноматериалов.

Интенсивные дискуссии по вопросам нанотехнологий и потенциальных рисков, с ними связанных, играют значительную и немаловажную роль во многих странах, особенно в США и странах Европы. В немецком парламенте проблема наночастиц, подкрепляемая исследованиями в области социальной оценки техники [14], обсуждается с 2003 г. Исследования Лондонского королевского общества и Королевской инженерной академии позволили сформулировать множество рекомендаций, направленных на минимизацию возможных рисков. Основное требование этих рекомендаций сводится к использованию превентивного подхода при производстве наночастиц. Следуя ему, правительство Великобритании пообещало содействовать более интенсивному исследованию рисков нанотехнологий, упорядочить существующие правила с точки зрения их применимости к нанотехнологиям [15, 16], а также направить особое внимание на публичное обсуждение нанотехнологий.

Одновременно программы исследований возможных побочных эффектов от использования наночастиц были развернуты в Соединенных Штатах и Германии. Однако, невзирая на эти мероприятия, общественные тревожные настроения, касающиеся наночастиц, не исчезли. Были внесены дополнительные предложения о введении моратория на исследования в области нанотехнологий [16, 3].

В заключение можно сказать, что всестороннее исследование и работа над проблемой потенциального риска нанотехнологий на стыке таких подчас несовместимых сфер, как «нанотехнологии – экология – общество», даст положительную динамику. Для гармоничного развития необходим комплексный подход, включающий работу с молодыми учеными, представителями гуманитарных наук и обществом. Важную роль играет не только развитие экологических нанотехнологий, но и контроль государственных структур за созданием и соблюдением общественных и нормативно-правовых норм.

Список литературы

1. Анциферова И.В., Макарова Е.Н. Методологии оценки рисков наноматериалов и наночастиц // Передовые научные разработки – 2012: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф., 28 авг. – 5 сент. 2012 г. – Прага, 2012. – С. 8–11.

2. Анциферова И.В., Макарова Е.Н. Изучение методов производства наночастиц для прогнозирования рисков воздействия наноматериалов на окружающую среду и здоровье человека // Proceedings of the II International Scien-

tific Conference “Fundamental science and technology – promising developments”, North Charleston, SC, USA: Create Space, 2013. – P. 113–117.

3. Grunwald A. Responsible Nanobiotechnology: Philosophy and Ethics. – Singapore: Pan Stanford Pub, 2012. – 383 p.

4. Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology / ed. by F. Allhoff, P. Lin, J. Moor, J. Weckert. – New Jersey, 2007. – 322 p.

5. Grunwald A. Nanoparticles: risk management and the precautionary principle // Emerging Conceptual, Ethical and Policy Issues in Bionanotechnology / ed. by F. Jotterand, Berlin, 2008. – P. 85–102.

6. Майзель К.И., Шилин А.И. Нравственный аспект деятельности ученого и экологизация науки (на материалах США) // Философские основания экологического образования в эпоху нанотехнологий. – М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2014. – 328 с.

7. Grunwald A. From speculative nanoethics to explorative philosophy of nanotechnology // NanoEthics. – 2010. – Vol. 4, iss. 2. – P. 91–101.

8. Understanding Nanotechnology: Philosophy, Policy and Publics / ed. by U. Fiedeler, C. Coenen, S.R. Davies, A. Ferrari. Heidelberg, 2010. – 220 p.

9. Grunwald A. The Case of Nanobiotechnology. Towards a Prospective Risk Assessment // EMBO reports. Special Issue. – 2004. – Vol. 5. – P. 32–36.

10. Nanoparticles, human health hazard and regulation / A. Seaton, L. Tran, R. Aitken, K. Donaldson // Journal of the Royal Society Interface. – 2010. – Vol. 7, suppl. 1. – P. 119–129.

11. Ball P. Nanoethics and the Purpose of New Technologies. Lecture at the Royal Society for Arts. London, March 2003 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.philipball.co.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=73:nanoethics&catid=17:nanoscience&Itemid=19 (дата обращения: 18.12.13).

12. Gannon F. Nano-nonsense // EMBO reports. – 2003. – Vol. 4, no. 11. – P. 1007.

13. Munich R. Nanotechnology – What is in Store for Us? [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.anet.co.il/anetfiles/files/241M.pdf> (дата обращения: 20.01.14).

14. Nanotechnologie. Forschung und Anwendungen / H. Paschen, C. Coenen, T. Fleischer, R. Grünwald, D. Oertel, C. Revermann – Berlin: Springer, 2004. – 366 p.

15. Анциферова И.В., Макарова Е.Н. Методы производства наноматериалов и возможные экологические риски // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Машиностроение, материаловедение. – 2013. – № 4. – С. 32–40.

16. Australia and Friends of the Earth United States: Nanomaterials, sunscreens, and cosmetics. Small Ingredients big risks. May 2006 [Электронный ре-

сурс]. – URL:http://libcloud.s3.amazonaws.com/93/ce/0/633/Nanomaterials_sunscreens_and_cosmetics.pdf (дата обращения: 11.11.13).

Получено 6.02.2014

Анциферова Ирина Владимировна – доктор технических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: iranciferova@yandex.ru).

Макарова Екатерина Николаевна – аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614013, г. Пермь, ул. Проф. Поздеева, 6, e-mail: katimak59@gmail.com).

Antsiferova Irina Vladimirovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: iranciferova@yandex.ru).

Makarova Ekaterina Nikolaevna – Graduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614013, Perm, Prof. Pozdeeva st., 6, e-mail: katimak59@gmail.com).