

# ЭТИКА НАУКИ И ТЕХНИКИ

*А. Грунвальд*

## Этика для нанотехнологии\*

*Армин Грунвальд* (Германия) – доктор философии, директор Института. Институт оценки техники и системного анализа Исследовательского центра г. Карлсруэ Сообщества им. Гельмгольца. P.O. box 36 40, 76021 Karlsruhe, Germany; e-mail: armin.grunwald@kit.edu

В дебатах по поводу этики нанотехнологии установлено, что такая новая наноэтика действительно необходима. В данной статье содержится попытка описать новые этические аспекты нанотехнологии более систематическим образом, чем это делалось до сих пор. В нанотехнологии проявляются совершенно новые этические аспекты.

**Ключевые слова:** наноэтика, нанотехнология, история, философские толкования

Нанотехнология представляет собой относительно новую область научно-технического и одновременно фундаментального исследования с широкой сферой технического применения. Она возникла на стыке физики, химии, биологии и технических наук. С ней связаны ожидания в самых различных областях науки, техники и повседневной жизни, которые рассматриваются как основа новейшей промышленной революции. Она привлекает к себе и философов и порождает новые области философского исследования, одной из которых является нанотехнологическая этика.

---

\* Перевод Г.В. Гороховой и В.Г. Горохова в рамках проекта РФФИ № 12-06-00092а.

## 1. Введение

В современной ситуации особенно остро воспринимается вопрос об амбивалентности техники. Времена оптимистического отношения к техническому прогрессу безвозвратно прошли, но все еще теплится надежда на решение все новых проблем с помощью будущих его достижений. Эта установка наиболее отчетливо прослеживается в нанотехнологии.

Целенаправленная манипуляция материей на наноуровне, вплоть до атомарного и молекулярного уровней, и связанные с ней создание и использование новых свойств материалов открывают широкие возможности для применения, в особенности, в сферах обработки поверхностей, разработки новых веществ, электроники и наук о жизни. Также ожидается значительное влияние ее на экономику XXI столетия<sup>1</sup>. Именно поэтому иногда нанотехнологию называют основой третьей промышленной революции.

Нанотехнология, именно благодаря такого рода ожиданиям, за последние десятилетия сделала карьеру в качестве мультимедийного понятия. Находясь в центре внимания общественных дискуссий, она рассматривалась сначала исключительно с точки зрения ожидаемых от нее позитивных качеств и поэтому долгое время была синонимом позитивной стороны технического прогресса. Однако в рамках плюралистического общества постепенно развились дебаты по поводу собственных нанотехнологических рисков. На первый план вышли вопросы наноэтики, связанные с обсуждением, например, токсичности наночастиц<sup>2</sup>.

С 2007 г. выходит в свет даже специальный международный журнал «Наноэтика. Этика технологий конвергирующих на наноуровне» («Nanoethics. Ethics for technologies that converge at the

<sup>1</sup> *Luther W., Malanowsk N., Bachmann G., Hoffknecht A., Holtmannspötte D., Zweck A.* Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt. Düsseldorf, 2004.

<sup>2</sup> *Baird D., Nordmann A., Schummer J.* (Eds.): *Discovering the Nanoscale.* Amsterdam, 2004; *Nordmann A., Schummer J., Schwarz A.* (Hg.). *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven.* Berlin, 2006; *Gazsó A., Greßler S., Schiemer F.* (Hg.). *Nano. Chancen und Risiken aktueller Technologien.* Wien, 2007; *Allhoff F., Lin P., Moor J., Weckert J.* (Eds.) *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology.* New Jersey, 2007; *ten Have, H.* (Ed.) *Nanotechnologies, Ethics and Politics.* Paris, 2007.

panoscale»). Впрочем, этическая рефлексия нанотехнологии сталкивается с проблемой дефиниции самой этой области, поскольку речь идет, в сущности, не о технологии, а главным образом о лабораторных экспериментах в рамках фундаментальных исследований, т. е. о нанонауке. Ее приложения, достигшие на сегодняшний день статуса рыночного продукта (нанокремы, автомобильные покрышки и особым образом обработанные поверхности), казалось бы, вряд ли дают достаточно оснований для этических исследований. Однако, как показывает даже беглый взгляд на происходящие дискуссии, как раз они, а именно ожидания и опасения, надежды и заботы, обещания и страхи с ней связанные, и делают привлекательной нанотехнологию в качестве предмета прикладной этики. Таким образом, наноэтика ориентирована на обсуждение ожидаемых многообещающих или угрожающих будущих последствий, т. е., говоря метафорически, в большей степени на будущее, чем на настоящее нанотехнологии<sup>3</sup>.

Основная цель данной статьи исследовать развитие нанотехнологии и ее будущего с этической точки зрения. При этом, прежде всего, возникают следующие вопросы: где возникают этические проблемы в нанотехнологии и какое место они занимают в современных дискуссиях. То, что техника сегодня имеет этическое измерение, означает несколько иное, чем это было раньше<sup>4</sup>, а именно больше не может быть однозначно и раз и навсегда обосновано. По крайней мере, на вопрос о том, почему и в каких случаях технические знания и навыки требуют этической рефлексии, чаще всего невозможно получить определенного ответа<sup>5</sup>. Поэтому важно обсудить критерии этической релевантности нанотехнологического развития.

<sup>3</sup> *Keiper A.* Nanoethics as a Discipline? // *The New Atlantis. A Journal of Technology & Science.* 2007. P. 55–67; *Nordmann A.* If and Then: A Critique of Speculative NanoEthics // *Nanoethics.* 2007. 1. P. 31–46.

<sup>4</sup> Как это сделано в статье Ханса Йонаса «Почему техника является предметом этики: пять оснований», например: *Jonas H.* Warum die Technik ein Gegenstand für die Ethik ist: fünf Gründe // *Technik und Ethik.* Stuttgart, 1993. S. 21–34.

<sup>5</sup> *Lewenstein V.B.* What Counts as a ‘Social and Ethical Issue’ in Nanotechnology? // *Nanotechnology Challenges – Implications for Philosophy, Ethics and Society.* Singapore, 2006. P. 201–216.

## 2. История нанотехнологии

История нанотехнологии восходит в своей основополагающей идее – целеориентированной манипуляции материи на атомарном уровне – к высказыванию американского физика Р. Фейнмана в одном из его выступлений в 1959 г.<sup>6</sup>, которое часто цитируется как документ основания нанотехнологии<sup>7</sup>. В этих словах уже выражена существенная характеристика нанотехнологии – распространение технических способностей человека на атомарный уровень, а именно: использование новых эффектов в пограничной области между классической и квантовой физикой. Словосочетание «нанотехника» (сегодня говорят главным образом «нанотехнология») впервые употребляется в 1974 г. японским физиком Норио Танигучи (Norio Taniguchi). Его основная идея – стремление к миниатюризации в области точной механики приводит, в конечном счете, к нанотехнике – атомарной или молекулярной обработке материалов, которая позволила, с одной стороны, проводить исследование поверхностей материалов, а с другой – манипулировать атомами на наноуровне. Техническая способность целевого оперирования на атомарном уровне или, по крайней мере, ее реализуемость стала очевидной после открытия и изобретения в 1980-е гг. растровой зондовой микроскопии, которая позволяет, с одной стороны, исследовать поверхности различных материалов, а с другой – осуществлять манипуляции на наноуровне. Тем самым стало возможным – по крайней мере теоретически – технически оперировать атомами. Демонстрацией такой возможности стало «написание» фирменного знака IBM с помощью 35 атомов на поверхности монокристалла<sup>8</sup>. Эта картинка сегодня рассматривается как своеобразная «икона» нанотехнологии<sup>9</sup>.

<sup>6</sup> *Feynman R.P.* Vortrag gehalten am 29.12.1959 auf der Jahrestagung der American Physical Society am California Institute of Technology, Pasadena, 1959. (<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>; дата обращения: 21.03.2015).

<sup>7</sup> Критику этого тезиса см. в: *Janich P.* Wissenschaftstheorie der Nanotechnologie // *Nanotechnologien im Kontext*. Berlin, 2006. S. 1–32.

<sup>8</sup> *Eigler D.M., Schweizer E.K.*: Positioning single atoms with a scanning tunneling Microscope. *Nature*. 1990. 344. P. 524–526.

<sup>9</sup> *Nordmann A.* Shaping the World Atom by Atom: Eine nanowissenschaftliche Welt-Bildanalyse // *Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit*. Berlin, 2003. S. 192–203.

К истории нанотехнологии несомненно принадлежат пророческие идеи Эрика Дрекслера, хотя некоторые ученые сегодня не хотят этого слышать. Дрекслер, отталкиваясь от идей Фейнмана об аранжировке атомов, заострил главную задачу нанотехнологии на создании конструкции саморазмножающегося и саморазвивающегося «молекулярного ассемблера», который с помощью пересортировки атомов какого-либо исходного материала создает какой-нибудь новый материал. С этим видением Дрекслер связывает решение практически всех проблем, стоящих перед человечеством<sup>10</sup>. Хотя его спекулятивные рассуждения и вызвали сомнение у естествоиспытателей в осуществимости таких ассемблеров<sup>11</sup>, они сыграли важную роль в политической поддержке нанотехнологии, в особенности в США. Вызванная к жизни Билом Клинтон и Эл Гором Национальная нанотехнологическая инициатива<sup>12</sup> получила заголовок “Shaping the World Atom by Atom” (конструирование мира атом за атомом). Идеи атомарного или молекулярного структурирования и связанная с ней идея «атомарного редукционизма» стали лейтмотивом нанотехнологии<sup>13</sup>. Как противоположное движение, которое, однако, не оказало тогда существенного влияния на общественное мнение, возникли дебаты по поводу нанотехнологических рисков. В своей статье “Why the Future Does’nt Need Us” – почему будущему мы не нужны – Билл Джой<sup>14</sup>, бывший главный конструктор компании Sun Microsystems подверг критике прежде всего визионерные аспекты нанотехнологии. До сих пор позитивно воспринимаемые видения (например, молекулярного ассемблера) теперь стали рассматриваться в контексте сценария фильма ужасов. Начиная с 2003 г. в центр внимания таких дискуссий

<sup>10</sup> *Drexler K.E. Engines of Creation – The Coming Era of Nanotechnology. Oxford, 1986.*

<sup>11</sup> См., например: *Smalley R.E. Of Chemistry, Love and Nanobots. Scientific American. 2001. 285. P. 76–77.*

<sup>12</sup> NNI – National Nanotechnology Initiative // National Nanotechnology Initiative. Washington, 1999.

<sup>13</sup> *Nordmann A. Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie // Nano – Chancen und Risiken aktueller Technologien. Wien, 2007. S. 215–229. (См.: S. 220).*

<sup>14</sup> *Joy B. Why the Future doesn’t need us // Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology. New Jersey, 2000. P. 17–30.*

попадают уже более практические вопросы возможных негативных последствий для окружающей среды и здоровья людей от распространения наночастиц.

### 3. Философские толкования нанотехнологии

Нанотехнология с самого начала своего зарождения вызвала к жизни множество различных толкований, выходящих за рамки научного и технического горизонта. Особенно нанотехнологические видения претендовали на исторический диагноз развития человечества с философским содержанием и выходом на перспективы развития человеческой цивилизации с использованием ее достижений. Здесь следует указать следующие три темы, которые обсуждались в связи с нанотехнологией: оптимистическое представление о возможностях целенаправленного структурирования мира на базе атомарного редукционизма, подчеркивание возрастающей неопределенности будущего в связи с развитием нанотехнологии и толкование нанотехнологии как «кода будущего».

#### (1) Триумф *Homo faber*

В некоторых оценках нанотехнологии, которые исходят главным образом из ее собственных рядов, наблюдается возвращение к своего рода конструктивному техническому оптимизму<sup>15</sup> и даже формулировка новых претензий на господство и контролирование природных процессов: «Мы находимся на переходной стадии от простого шахматиста к грессмейстеру, от наблюдателя за природой к ее руководителю. ...Заканчивается век открытий и начинается эпоха господства»<sup>16</sup>. Это новое (и весьма дерзкое)

<sup>15</sup> Об этом см.: *Gorokhov V. Philosophie der Technik von P.K. Engelmeyer als technischer Optimismus // Jahrbuch des Deutsch-Russisches Kollegs 2001–2002. Aachen, 2003.* (русский вариант: *Горохов В.Г. Философия техники П.К. Энгельмейера как технический оптимизм // Российско-Германский колледж. Ежегодник 2001/2002. Карлсруэ, 2003*).

<sup>16</sup> *Kaku M. How Science Will Revolutionize the 21st century and Beyond. New York, 1998.* (Цит. по: *Schmidt J.C. Unbestimmtheitssignaturen der Nanotechnologie // Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen. Freiburg, 2008.*).

представление о «делаемости» мира обосновывается так называемым «атомарным редуционизмом», с точки зрения которого все, что происходит в этом мире, сводится, в конечном счете, к каузальным событиям в атомарном мире. Если с помощью нанотехнологии будет обеспеченная возможность эти события контролировать, тогда люди получают возможность, контролируя начало каузальных цепочек, контролировать практически все. Это толкование нанотехнологии провозглашает абсолютный триумф человека, оснащенного нанотехнологиями, как *Homo faber* (человека технического), способного манипулировать миром от атома к атому в соответствии со своими собственными представлениями, что, в конечном счете, является логическим завершением идей Фрэнсиса Бэкона<sup>17</sup>. С точки зрения детерминизма такой контроль на атомарном уровне означает также автоматически возможность контроля за сферами живого и социального. Молекулярный ассемблер Дрекслера представляет собой техническую сторону этого атомарного редуционизма. И хотя это представление о конструировании мира атом за атомом весьма сомнительно, именно оно стало лейтмотивом нанотехнологии<sup>18</sup>. А поскольку человек выступает как творец и контрольная инстанция этого развития, логика такого рассуждения неизбежно приводит к иллюзии безграничной «делаемости» мира: «Цель этой метафизической программы – превращение человека в демиурга или (говоря несколько скромнее) в “инженера эволюционного процесса” <...> Все это обеспечивает ему положение божественного созидателя мира...»<sup>19</sup>. Такое представление о человеке, еще более теологически интерпретированное, делает из него «сотворенного сотворца» и из *Homo faber* второго Бога. Еще совсем недавно высказанное предостережение неправомерной заносчивости человека и призыв к скромности рассматривалось защитниками этой точки зрения на нанотехнологию как историческое заблуждение.

<sup>17</sup> Schmidt J.C. Unbestimmtheitssignaturen der Nanotechnologie // Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen. Freiburg, 2008.

<sup>18</sup> Nordmann A. Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie // Nano – Chancen und Risiken aktueller Technologien. Wien, 2007. S. 220.

<sup>19</sup> Dupuy J.-P., Grinbaum A. Living with Uncertainty: Toward the ongoing Normative Assessment of Nanotechnology. 2004. Techné 8. P. 4–25 (См.: P. 13).

Критика атомарного редукционизма основывается на постулатах теории познания<sup>20</sup>. Представители нанонауки часто говорят об атомах и молекулах так, как будто речь идет о кубиках из детской игры, которые можно изображать, созерцать, описывать в языковых конструкциях или соединять в более крупные комплексы<sup>21</sup>. Этот взгляд на вещи утаивает, однако, проблемы, возникающие с теми конструктивными элементами, к которым непременно сводится всякое нанотехнологическое оперирование на атомарном уровне. Сюда следует отнести аргумент о «толстых и липких пальцах»<sup>22</sup>, которыми мы оперируем нашими приборами. Они полностью исключают аналогию оперирования атомами как кубиками из детского конструктора, т. к. в данном случае невозможно пренебречь особенностями взаимодействия манипулятора и манипулируемого объекта. Точно также и многократно формулируемая исследователями идея о возможности визуализации атомов и молекул с помощью растровой зондовой микроскопии находится под вопросом, поскольку неясно, каковы предпосылки для создания такого рода картинок и насколько их вообще можно назвать отображениями, а не конструкциями. Сами они содержат в себе как свойства измерительной аппаратуры, так и следы от исследуемых материалов и поверхностей. Теоретико-познавательные аргументы указывают на то, что атомарный редукционизм неприемлем, т. к. атомы не являются чисто эмпирическими сущностями, а скорее теоретическими конструктами. Это отнюдь не означает, что технические операции невозможно выполнять на уровне атомов и молекул. Речь идет лишь о предупреждении, что сюда нельзя переносить бездумно аналогии с макроуровня и на этой основе делать далеко идущие выводы.

<sup>20</sup> Schmid G., Ernst H., Grünwald W., Grunwald A., Hofmann H., Janich P., Krug H., Mayor M., Rathgeber W., Simon B., Vogel V., Wyrwa D. Nanotechnology – Perspectives and Assessment. Berlin, 2006.

<sup>21</sup> Janich P. Wissenschaftstheorie der Nanotechnologie // Nanotechnologien im Kontext. Berlin, 2006.

<sup>22</sup> Smalley R.E. Of Chemistry, Love and Nanobots. Scientific American. 2001. 285. P. 76–77.

## (2) Неограниченное воспроизводство ненадежности

Еще одно направление в толковании нанотехнологии начинается с того, что она рассматривается как «высокоэффективная технология», что выглядит поначалу весьма безобидно<sup>23</sup>. При этом имеется в виду, что существенные следствия нанотехнологии будут проявляться в меньшей степени через ее непосредственное внедрение в технические продукты, процессы и системы, а скорее опосредованно через стимулирование у нее прогрессивного развития многих областей техники и технологии (например, в электронике, энергетической технике, медицине и т. д.). Как своего рода перекрестная технология, типа материаловедения вообще<sup>24</sup>, она открыта для приложений если и не в неограниченном спектре, то, во всяком случае, в весьма широком спектре возможностей<sup>25</sup>. Эта возможность может реализоваться на нескольких уровнях: на уровне новых продуктов и материалов, а также и прежде всего на уровне ключевых технологий, к которым обычно относят информационную и коммуникационную технику или биотехнологию, или, еще шире, в плане стимулирования развития совершенно новых технологических направлений типа NBIC-конвергенции<sup>26</sup>.

Нанотехнология приводит к многократному воспроизводству ненадежности, причем в концептуальном, интенциональном и онтологическом отношении<sup>27</sup>. Она превращается в своего рода средство «само в себе», пригодное практически для любой цели. Объем воспроизводимой нанотехнологией ненадежности превосходит во много раз ранее известную проблематику неопределенных послед-

<sup>23</sup> См.: *Fleischer T.* Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit: Nanotechnologie // Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin, 2003. P. 356–373.

<sup>24</sup> *Harig H., Langenbach C.* Neue Materialien für innovative Produkte. Heidelberg, 1999.

<sup>25</sup> *Nordmann A.* Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie // Nano – Chancen und Risiken aktueller Technologien. Wien, 2007. S. 227.

<sup>26</sup> То есть конвергенции нано-, био-, информационных технологий и когнитивных наук. Об этом см.: *Roco M.C., Bainbridge W.S.* (Hg.). **Converging Technologies for Improving Human Performance.** Arlington, 2002.

<sup>27</sup> *Schmidt J.C.* Unbestimmtheitssignaturen der Nanotechnologie // Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen. Freiburg, 2008.

ствий техники<sup>28</sup>. Разброс этих ожидаемых последствий располагается между катастрофой и надеждой на попадание в созданный с ее помощью рай<sup>29</sup>.

### (3) Нанотехнология как «код будущего»

Еще один из способов объяснения того, что из себя представляет нанотехнология, исходит из наблюдения за вышеупомянутыми противоположными ее толкованиями, т. е. в плане сравнения визионерских обещаний с позиций технического оптимизма и реальных нанофактов и следствий применения нанотехнологии<sup>30</sup>. Превращение чего-то данного в нечто манипулируемое является общей чертой технического прогресса. Всегда, когда возрастает способность человека чем-то распорядиться, открываются и новые горизонты для визионерских спекуляций по этому поводу, но одновременно проявляются и побочные последствия и вызовы, каким образом их преодолеть. Это в свою очередь вызывает к жизни необходимость дебатов о будущем, как о шансах, так и о рисках, в которых выстраивается общественное самоосознание этой новой реальности.

Эти дебаты часто развиваются в направлении формулировки «кодов будущего», функция которых состоит в том, чтобы сопоставить наши ожидания с современным мышлением, отразить их и обсудить результаты такой рефлексии, чтобы, в конечном счете, сделать их полезными для наших нынешних действий и решений. В этом смысле нанотехнология принадлежит к такого рода шифрам будущего, как демографические и климатические изменения или устойчивое развитие. Каждый из них высвечивает различные аспекты будущего, но всех их вместе объединяет роль катализаторов в поисках ориентации сегодняшнего общества на будущее. Специфика нанотехнологического шифра состоит в том,

<sup>28</sup> См., например: *Grunwald A. Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*. Berlin, 2002.

<sup>29</sup> *Grunwald A. Nanotechnologie als Chiffre der Zukunft // Nanotechnologien im Kontext*. Berlin, 2006. S. 49–80.

<sup>30</sup> *Schmidt J.C. Unbestimmtheitssignaturen der Nanotechnologie // Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen*. Freiburg, 2008. S. 2.

что указать на развитие отношений между человеком и техникой. При этом подчеркивается, что на атомарном уровне не существует различий между естественным и искусственным или между человеческими и нечеловеческими объектами, органической и неорганической природой.

Все вышесказанное неизбежно приводит к необходимости обсуждения этических проблем, возникающих в ходе развития нанотехнологии.

#### **4. Концепция этики для нанотехнологии**

Этика для нанотехнологии еще является очень молодой и находится на стадии самоопределения и самоосознания. Центральным пунктом концептуальных дискуссий в этой области поэтому является вопрос – имеет ли наноэтика статус самостоятельной дисциплины внутри прикладной этики?

##### **4.1. Притязания на этику в нанотехнологии**

Первые проявления необходимости специального исследования социальных и с ними связанных этических проблем были сначала весьма скудными. Кульминация обсуждения этой проблематики приходится примерно на 2003 год. Позже результат этих дебатов был выражен в следующих словах: «Не уделяя достаточного внимания этике, невозможно гарантировать эффективного и гармонического развития, достичь оптимальной кооперации между людьми и организациями, сделать лучший инвестиционный выбор, предотвратить возможный вред, наносимый нашим людям, уменьшить риск нежелательных экономических последствий»<sup>31</sup>. Впрочем, слово «этика» используется здесь не терминологически, не как научное понятие, а как обозначение важности изучения социального контекста развития нанотехнологии.

Необходимо отметить, что сначала при обсуждении проблематики нанотехнологических рисков развитие нанотехнологии и ее этической рефлексии рассматривалось с самых различных точек

<sup>31</sup> *Roco M.C. New Frontiers for Nanotechnology. University at Buffalo, 2007. P. XI.*

зрения. Пока происходило первое ускоренное развитие нанотехнологий, интерес к этической проблематике был невелик. Например, в США в 2003 г. не было ни одного поддержанного проекта на эту тему, в то время как была профинансирована сотня технических проектов. «В результате этика нанотехнологии не имела своего собственного отдельного адреса, даже если предполагалось, что это нужно делать. В 2001 г. Национальная нанотехнологическая инициатива выделила некоторую сумму между 16 и 28 млн. долларов для изучения социальных ее последствий, но реально была использована лишь половина выделенных средств»<sup>32</sup>. Стимулом для обращения к этической проблематике стала обеспокоенность тем, что образовалась огромная и все увеличивающаяся пропасть между быстрым нанотехнологическим прогрессом и недостаточной проработкой его этических следствий, что могло привести к тому, что это развитие станет неподконтрольным обществу. Опасность виделась в том, что ожидаемые преимущества и шансы нанотехнологии в силу этих последствий могли быть зачеркнуты: «Мы верим в то, что существует опасность нанотехнологии сойти с рельсов, если не будет осуществлено серьезных исследований этических, экологических, юридических и социальных последствий нанотехнологий... и что скорость прогрессивного развития науки снизится»<sup>33</sup>.

В результате этическая рефлексия с помощью расширения или модификации существующих нормативных рамок может подготовить путь для инноваций, но это означает также положение «вне игры». Однако в плане возможности для инновации иметь негативные результаты этическая рефлексия указывает на требование «отойдите от края платформы» (“Mind the Gap!” – дословно «Помните о зазоре» между платформой и поездом), которое представляется с инновационно-политической точки зрения весьма разумным: чем раньше возможные нормативные проблемы будут выявлены, тем легче и лучше можно будет с ними справиться. Но это еще не дает никакого указания на то, как и в соответствии с какими критериями могут быть определены этические аспекты нанотехнологии.

<sup>32</sup> Ball P. *Nanoethics and the Purpose of New Technologies*. London, 2003.

<sup>33</sup> Mnyusiwalla A., Daar A.S., Singer P.A. *Mind the Gap: Science and Ethics in Nanotechnology // Nanotechnology*. 2003. 14. P. R9.

Что касается апокалиптических сценариев развития нанотехнологии, то в них идет речь, как правило, о нанотехнологии в целом в противовес излишне оптимистическим сценариям, а не о конкретных ее результатах. И все же тематизация апокалиптических опасностей подчеркивает наличие нормативной неопределенности и тем самым необходимость этической рефлексии.

Высокий потенциал переструктурирования социальной и природной реальности в связи с большой степенью опасности внедрения нанотехнологии неизбежно выдвигает на первый план этические проблемы. «Нанотехнологии следует развивать с учетом безопасности и с чувством ответственности. Это значит соблюдать этические принципы и научно исследовать риски для здоровья, окружающей среды и безопасности, чтобы обеспечить возможное регулирование этого процесса. Необходимо проверить и учесть влияние ее на социум. Важным является диалог с общественностью с упором на обсуждения реальных проблем, а не фантастических сценариев»<sup>34</sup>.

Обращение к этической проблематике в связи с развитием нанотехнологии обусловлено также тревогой о появлении нежелательных последствий ее применения для окружающей среды и здоровья населения, например, при распространении наночастиц. Нормативной основой такого рода аргументации является ощущение ответственности науки за непредвиденные последствия внедрения нанотехнологии. Классическое обращение с рисками в данном случае невозможно из-за недостатка знаний.

#### **4.2. Наноэтика как новая область прикладной этики – за и против**

Само понятие «наноэтика» возникло в англо-американской литературе в 2002 г. Сегодня оно употребляется как философами, так и исследователями из политологии и социальных наук, а также в контексте программы «Наука – техника – общество»<sup>35</sup>. Учитывая

<sup>34</sup> Europäische Kommission. Mitteilung der Kommission über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips, (COM 2000/001). Brüssels, 2000. P. 3.

<sup>35</sup> Keiper A. Nanoethics as a Discipline? // The New Atlantis, A Journal of Technology & Science. 2007. P. 55.

возрастающее количество конференций, летних школ, семинаров и даже появление особого журнала, сегодня уже можно говорить об институализации наноэтики<sup>36</sup>. В то же время раздаются голоса, напротив, подчеркивающие, что тезис о появлении особой дисциплины «наноэтики» является весьма спорным<sup>37</sup>. Поскольку довольно много средств выделяется на разработку этических вопросов нанотехнологии, то невольно отмечается подозрение, что так хорошо финансируемые работы на самом деле не имеют подлинного объекта исследования.

В конечном итоге неважно, под какой рубрикой будут проходить дебаты по этическим проблемам нанотехнологии, главное, чтобы они происходили.

Таким образом, наноэтика является составной частью прикладной этики наряду с компьютерной и информационной, экологической и хозяйственной, научной или инженерной и т. п. этикой. Но она, несомненно, обладает и определенными особенностями, отличающими ее от других видов прикладной этики, а именно: она является не предметно, а проблемно ориентированной.

Мы исходим из того факта, что наноэтика часто имеет дело с продуктами, которых пока еще не существует и не совсем ясно, когда и в каком виде они появятся. Это, однако, не означает, что этическая рефлексия в данном случае теряет смысл. Во-первых, даже пророческие спекуляции имеют этические и социальные следствия, например, для финансовой поддержки научных исследований или сферы публичной коммуникации. Во-вторых, зачастую научные программы следуют этим спекуляциям и тем самым эти последние имеют вполне реальные технические следствия<sup>38</sup>. В-третьих, могут возникнуть неожиданные ситуации, в которых становится необходимой этическая рефлексия. В-четвертых, этическая рефлексия пророческих спекуляций имеет поучительное значение для самоосознания нас самих сегодня и сейчас.

<sup>36</sup> *Allhoff F., Lin P., Moor J., Weckert J.* Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology. New Jersey, 2007.

<sup>37</sup> *Lin P., Allhoff F.* Nanoscience and Nanoethics: Defining the Disciplines // The Ethical and Social Implications of Nanotechnology. New Jersey, 2007. P. 3–16. (См.: P. 9f)

<sup>38</sup> Например, в космической программе. См.: *Weyer J. Wernher von Braun.* Reinbek, 1999.

Впрочем, следует согласиться с тем мнением, что многие этические вопросы, связанные с развитием нанотехнологии, уже проработаны в иных контекстах этической рефлексии<sup>39</sup>. Техническая этика, медицинская этика, антропология, философские проблемы искусственного интеллекта или теоретической философии техники связаны с проблематикой устойчивого развития и социальной оценки техники, обсуждением вопросов интерфейса человека и техники или же живого и технического. В то же время можно выделить, по крайней мере, две проблемных ситуации, которые можно обозначить как относительно новые и специфичные, а именно: во-первых, возможность создания искусственной жизни и, во-вторых, возможность разработки нейроэлектронных интерфейсов между человеком и техникой. Но и по этому поводу имеется традиция дискуссий в философии и антропологии, на которой можно основывать новые рассуждения.

Исходя из вышеприведенного диагноза, можно сделать вывод, что исследования этических вопросов нанотехнологии более продуктивно развивать в виде особой поддисциплины внутри прикладной этики, нежели разбросать их по уже существующим другим разделам этики.

---

<sup>39</sup> См.: *Grunwald A.* Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis. 2004. 13. S. 37–43; *Baumgartner C.* Ethische Aspekte nanotechnologischer Forschung und Entwicklung in der Medizin. Das Parlament, 2004. B23–24. S. 39–46.

## Ethics for Nanotechnology

*Armin Grunwald*

Ph.D., Head of the Institute. Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Research Centre Karlsruhe. P.O. box 36 40, 76021 Karlsruhe, Germany.

It has been postulated in the debate on the ethics of nanotechnology that a new “nano-ethics” is necessary. In this contribution, an attempt is made to discover new ethical aspects of nanotechnology in a more systematic manner than has been the case. It turns out that there are hardly any completely new ethical aspects raised by nanotechnology.

**Keywords:** nanoethics, nanotechnology, history, philosophical aspects

### Список литературы / References

Allhoff, F., Lin, P., Moor, J. and Weckert, J. (eds.) *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. 385 pp.

Baird, D., Nordmann, A., Schummer, J. (eds.) *Discovering the Nanoscale*. Amsterdam: Ios Press, 2004. 332 pp.

Ball, P. *Nanoethics and the Purpose of New Technologies. Lecture at the Royal Society for Arts*. London, 2003 [<http://www.whitebottom.com/philip-ball/docs/Nanoethics.doc>, accessed on 09.12.2014].

Baumgartner, C. “Ethische Aspekte nanotechnologischer Forschung und Entwicklung in der Medizin”, *Das Parlament*, B23–24, 2004, S. 39–46.

Drexler, K.E. *Engines of Creation – The Coming Era of Nanotechnology*. Oxford: Ios Press, 1986. 332 pp.

Dupuy, J.-P., Grinbaum, A. “Living with Uncertainty: Toward the ongoing Normative Assessment of Nanotechnology”, *Techné*, 2004, vol. 8, pp. 4–25.

Eigler, D.M., Schweizer, E.K. “Positioning single atoms with a scanning tunnelling Microscope”, *Nature*, 1990, vol. 344, pp. 524–526.

Europäische Kommission. *Mitteilung über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips*, (COM 2000/001), Brüssel, 2000.

Feynman, R.P. *Vortrag gehalten am 29.12.1959 auf der Jahrestagung der American Physical Society am California Institute of Technology*, Pasadena, 1959 [<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>, accessed on 10.12.2014].

Fleischer, T. “Technikgestaltung für mehr Nachhaltigkeit: Nanotechnologie”, *Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien*, hrsg. von R. Coenen und A. Grunwald. Berlin: edition sigma, 2003, S. 356–373.

Gorokhov, V. "Philosophie der Technik von P.K. Engelmeier als technischer Optimismus", *Jahrbuch des Deutsch-Russisches Kollegs 2001–2002*, hrsg. von V. Gorokhov. Aachen: Shaker Verlag, 2003, S. 56–86.

Grunwald, A. "Ethische Aspekte der Nanotechnologie. Eine Felderkundung", *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, Bd. 13, 2004, S. 37–43.

Grunwald, A. "Nanotechnologie als Chiffre der Zukunft", *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*, hrsg. von A. Nordmann, J. Schummer und A. Schwarz. Berlin: Akademischen Verlagsgesellschaft, 2006, S. 49–80.

Grunwald, A. *Technikfolgenabschätzung – eine Einführung*. Berlin: edition sigma, 2002. 346 S.

Harig, H., Langenbach, C. (Hrsg.) *Neue Materialien für innovative Produkte*. Heidelberg: Springer, 1999. 440 S.

Have, H. (ed.) *Nanotechnologies, Ethics and Politics*. Paris: UNESCO. 2007. 244 pp.

Janich, P. "Wissenschaftstheorie der Nanotechnologie", *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*, hrsg. von A. Nordmann, J. Schummer und A. Schwarz. Berlin: Akademischen Verlagsgesellschaft, 2006, S. 1–32.

Jonas, H. "Warum die Technik ein Gegenstand für die Ethik ist: fünf Gründe", *Technik und Ethik*, hrsg. von H. Lenk und G. Ropohl. Stuttgart: Reclam, 1993, S. 21–34.

Joy, B. "Why the Future doesn't need us", *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, ed. by F. Allhoff, P. Lin, J. Moor, J. Weckert. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007, pp. 17–30.

Kaku, M. *How Science Will Revolutionize the 21st century and Beyond*. New York: Oxford University Press, 1998. 416 pp.

Keiper, A. "Nanoethics as a Discipline?", *The New Atlantis. A Journal of Technology & Science*, 2007, pp. 55–67.

Lewenstein V.B. "What Counts as a 'Social and Ethical Issue' in Nanotechnology?" // *Nanotechnology Challenges – Implications for Philosophy, Ethics and Society*, ed. by J. Schummer, D. Baird. Singapur: Wspc, 2006, pp. 201–216.

Lin, P., Allhoff, F. "Nanoscience and Nanoethics: Defining the Disciplines", *Nanoethics. The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, ed. by F. Allhoff, P. Lin, J. Moor, J. Weckert. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007, pp. 3–16.

Luther, W., Malanowski, N., Bachmann, G., Hoffknecht, A., Holtmannspötter, D., Zweck, A. *Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt*. Düsseldorf: Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH, 2004. 264 S.

Mnyusiwalla, A., Daar, A.S., Singer, P.A. "Mind the Gap: Science and Ethics in Nanotechnology", *Nanotechnology*, 2003, 14, pp. R9–R13.

*Nano. Chancen und Risiken aktueller Technologien*, hrsg. von A. Gzásó, S. Greßler, F. Schiemer. Wien: Springer, 2007. 246 S.

*NNI – National Nanotechnology Initiative*. National Nanotechnology Initiative. Washington, 1999.

Nordmann, A. "Entflechtung – Ansätze zum ethisch-gesellschaftlichen Umgang mit der Nanotechnologie", *Nano. Chancen und Risiken aktueller Technologien*, hrsg. von A. Gzásó, S. Greßler, F. Schiemer. Wien: Springer, 2007, S. 215–229.

Nordmann, A. "If and Then: A Critique of Speculative NanoEthics", *Nanoethics*, 2007, vol. 1, pp. 31–46.

Nordmann, A. "Shaping the World Atom by Atom: Eine nanowissenschaftliche WeltBildanalyse", *Technikgestaltung zwischen Wunsch und Wirklichkeit*, hrsg. von A. Grunwald. Berlin, Heidelberg: Springer, 2003, S. 192–203.

Nordmann, A., Schummer, J. und A. Schwarz (Hrsg.) *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven*. Berlin: Akademischen Verlagsgesellschaft, 2006. 442 S.

Roco, M.C. *New Frontiers for Nanotechnology*. Lecture at the University at Buffalo, 2007.

Roco, M.C., Bainbridge, W.S. (eds.) *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Arlington: Springer, 2002. 488 pp.

Schmid, G., Ernst, H., Grünwald, W., Grunwald, A., Hofmann, H., Janich, P., Krug, H., Mayor, M., Rathgeber, W., Simon, B., Vogel, V., Wyrwa, D. *Nanotechnology – Perspectives and Assessment*. Berlin: Springer, 2006. 496 p.

Schmidt, J.C. "Unbestimmtheitssignaturen der Nanotechnologie", *Nanobiotechnologien. Philosophische, anthropologische und ethische Fragen*, hrsg. von G. Hofmeister, K. Köchy und N. Norwig. Freiburg: Karl Alber, 2008, S. 47–66.

Smalley, R.E. "Of Chemistry, Love and Nanobots", *Scientific American*, 2001, vol. 285, pp. 76–77.

Weyer, J. *Wernher von Braun*. Reinbek: rororo, 1999. 160 S.