

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Т.В. МИШАТКИНА, проф. Международного государственного экологического университета им. А.Д. Сахарова, канд. филос. наук

mtv2013@tut.by

ГУО «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова»
220070, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Долгобродская, 23, МГЭУ им. А.Д. Сахарова

Сегодня нанотехнологии – быстро развивающиеся инновационные технологии с большими возможностями практического применения, в частности, в медицине и генетике. Вместе с тем, их потенциальные преимущества, опасности и последствия для экологии человека вызывают множество вопросов этического характера. Поэтому при постановке целей наноисследований и уточнении форм их прикладного использования необходима строгая этическая экспертиза. Существуют два альтернативных подхода к **этике нанотехнологий**: а) нанотехнологии являются революционными технологиями, поэтому существующие этические стандарты недостаточны, необходимо разрабатывать новые подходы, позволяющие адекватно проводить экспертизу использования нанотехнологий; б) нанотехнологии являются инновационными технологиями, но их развитие не нуждается в специализированном регулировании; достаточно разработанного инструментария этической экспертизы, применяемого в биомедицине и генетике. В статье обосновывается позиция, согласно которой потенциальные преимущества/возможности и опасности/риски нанотехнологий в контексте их значения для экологии человека столь специфичны и масштабны, что для их оценки необходимы специальный этический анализ и особое этическое отношение. Осуществляются они в **наноэтике** – новой отрасли прикладной этики, направленной на поиск и обоснование специфических морально-этических регулятивов наноисследований, на гуманистическую оценку социальных последствий внедрения достижений нанонауки и нанотехнологий. В качестве концептуальных оснований наноэтики автором предлагаются **этические принципы** как моральные ориентиры и регулятивы разработки и применения нанотехнологий:

- общественная подотчетность и прозрачность при принятии решений, касающихся нанотехнологических исследований;
- этическая компетентность властей и общественности при решении проблем, связанных с нанотехнологиями;
- обязательность междисциплинарных общественных дискуссий, требующая сбалансированности, объективности и всесторонней информированности;
- обязательность анализа, оценки и стандартизации рисков;
- уважение частной жизни и конфиденциальности при использовании нанотехнологий в биомедицине и генетике;
- интеллектуальная собственность, касающаяся патентоспособности живых организмов и генов;
- охрана экологии человека и природы, требующая сбалансированности между возможностями и рисками, порождаемыми контактами нанотехнологий и нанопродуктов с человеком и их воздействием на окружающую среду. Особая роль отводится в статье **принципу предосторожности**, требующему при определении и оценке рисков от инноваций, носящих неопределенный и проблематичный характер, принимать во внимание, в первую очередь, наиболее опасный из возможных вариантов развития событий, т. е. исходить из презумпции опасности. Вместе с тем, чрезмерно сильные версии принципа могут привести к «**парадоксу предосторожности**» – ограничению применения нанотехнологий, сдерживающему их развитие, что может нанести еще больший вред экологии человека. Задача в том, чтобы избежать обеих крайностей – слишком жесткой и слишком слабой интерпретации принципа предосторожности. Поэтому при установлении соразмерности мер, применяемых для защиты экологии человека, их баланс должен определяться для каждого конкретного случая.

Ключевые слова: нанотехнологии, наногеомные технологии, биоэтика, наноэтика, экология человека, опасности/риски, нанотоксикология, наномедицина, этическая экспертиза, принцип предосторожности, парадокс предосторожности, презумпция опасности.

Сегодня нанотехнологии – наиболее быстро развивающиеся и многообещающие инновационные технологии с большими возможностями практического применения. Однако, подобно любым новым технологиям, они вызывают вопросы этического характера, а их потенциальные преимущества и опасности, как и последствия для экологии человека становятся предметом все более широких научных и общественных дискуссий. При этом представители разных специальностей и социальных групп по-разному

оценивают экономические, социальные, правовые последствия применения нанотехнологий и предлагают различные подходы и средства по решению проблем, связанных с их внедрением. И хотя нанотехнологии могут серьезно способствовать улучшению жизни людей и решению многих проблем развивающегося мира, очевидно, что при постановке целей наноисследований и уточнении форм прикладного использования нанотехнологий необходим строгий этический подход [1].

Нанотехнологии, этика и наноэтика

Дискуссии «за» и «против» особой этической экспертизы нанотехнологий, базирующейся на специальной этике, не утихают до сих пор. Сегодня существуют два альтернативных видения *этики нанотехнологий*. Согласно первому подходу, нанотехнологии являются революционными, а значит, существующие этические стандарты, разработанные более полувека назад, недостаточны и необходимо разрабатывать новые подходы, которые позволят адекватно проводить экспертизу всех видов разработок с использованием нанотехнологий в рамках специальной дисциплины – *наноэтики* [2].

Согласно противоположному мнению, нанотехнологии являются обычными инновационными технологиями, и их развитие не нуждается в каком-либо специализированном регулировании. Поскольку уже существует достаточный инструментарий этической экспертизы, который, например, применяется в биомедицине и генетике, то нет необходимости разрабатывать какие-либо особые подходы специально для нанотехнологий.

Критический подход к целесообразности разработки специализированной этики нанотехнологий представлен в статье авторитетного исследователя этических проблем нанотехнологий Серена Холма (*S. Holm*) «Нужна ли наноэтика для нанотехнологий?». Исследователь полагает, что нанотехнологии как таковые не приносят никаких новых рисков, которые могли бы потребовать специальных подходов этической экспертизы: «Несмотря на необходимость анализа множества этических проблем, возникающих в связи с развитием различных направлений нанотехнологий, все же нет необходимости в “наноэтике”. Приемы, разработанные в рамках прикладной этики в течение последних 35 лет, по всей видимости, уже предусматривают все необходимые инструменты, которые позволят анализировать нанотехнологии» [3].

Автор статьи «Нанотех – нечто новое. Этические проблемы – старые» Макдоналд (*MacDonald C.*) также полагает, что этические принципы не следует обновлять с развитием

нанотехнологий: «Этические размышления о нанотехнологиях требуют, чтобы мы применяли этические принципы в этой области, однако нет необходимости применять *новые* принципы. Например, в то время как нанотехнологии находят место в наномедицине, возникают вопросы в связи с проведением исследований с участием человека. Инновационные методы лечения иногда используют новые способы доставки лекарств (например, лекарства доставляются в опухоль внутри сконструированных молекул). В этом случае принципы, регулирующие исследование, останутся неизменными. Исследователи все также должны фокусироваться на информированном согласии, минимизации рисков и защите уязвимых социальных групп» [4]. Это традиционный подход к этической экспертизе нанотехнологий, основывающийся на опыте регулирования исследовательской деятельности, приобретенном в предыдущие десятилетия.

Другие исследователи настаивают на том, что нанотехнологии радикально отличаются от технологий, которые когда-либо развивала наука. А. Грюнвальд (*A. Grunwald*) отмечает две особенности нанотехнологий – их высокий потенциал для совершенствования человека и высокую степень конвергенции этических аспектов при применении. Он полагает, что «в некоторой степени новым в нанотехнологиях является конвергенция различных этических проблем в одной технологии. Подобно тому, как нанонаука и нанотехнологии являются областями, в которых традиционные границы между физикой, химией, биологией и техническими науками пересекаются, точно так же традиционные подходы этической рефлексии сливаются с этическими вопросами в нанотехнологии» [5].

Соглашаясь со справедливым замечанием С. Холма о том, что «любая вновь создаваемая технология требует *особого этического отношения* только в том случае, если она порождает этические проблемы, не существующие для других областей технологии, или же в случае, если эти проблемы иного (т. е. большего) масштаба, чем в других областях», мы не можем согласиться с тем, что этические проблемы нанотехнологий таковы-

ми не являются. Напротив, потенциальные преимущества/возможности и вместе с тем опасности/риски разрабатываемых сегодня нанотехнологий настолько специфичны и настолько масштабны, что для их оценки и публичного обсуждения необходимы специальный этический анализ и *особое этическое отношение*. Основанием для него и должна стать специально разрабатываемая область прикладной этики – **наноэтика**. Внося новое измерение в понимание современного мира, нанонаука и нанотехнологии обуславливают своего рода социальный заказ на разработку этой особой междисциплинарной области исследования. Мы определяем **наноэтику** как *новую отрасль прикладной этики, направленную на осмысление дискуссионных проблем, порождаемых новейшими достижениями нанонауки и нанотехнологий, поиском и обоснованием морально-этических принципов и регулятивов наноисследований, оценкой социальных последствий практического внедрения и использования нанотехнологий*.

Наноразработки порождают массу этических вопросов, возникающих в ходе использования новых биотехнологий. Так, выпуск сверхкомпактных устройств наблюдения связан, например, с проблемой сохранения конфиденциальности, а использование сверхпрочных неразложимых углеродных нанотрубок может стать причиной загрязненности отходами, подобно пенополистиролу или ядерным отходам. В ходе использования новых технологий возникают как вопросы влияния их на безопасность и санитарное состояние окружающей среды, так и вопросы экологии человека. В рамках исследования общественного мнения о нанотехнологиях была сделана попытка составить сводный набор советов и рекомендаций от общественности, которые могут быть полезными для урегулирования в области нанобиотехнологии. С точки зрения этики наибольшую обеспокоенность респонденты выказали по поводу направленности научных приоритетов (в основном биомедицины), регулирования коммерческих интересов, доступа к результатам и распределению выгод от исследований, конфиденциальности и свободы выбора.

Этические принципы развития и использования нанотехнологий

Разработка концептуальных оснований наноэтики требует, прежде всего, выявления и анализа тех **этических принципов**, которые выступают моральными ориентирами и регулятивами деятельности и отношений человека в сфере разработки и применения нанотехнологий. Основой принципов наноэтики выступают два типа ответственности: 1) ответственность ученого, технолога перед собой за свою самореализацию; 2) ответственность за события, возникающие как последствия поступков самореализации. ЮНЕСКО предлагает к обсуждению некоторые из возможных принципов, обусловленных спецификой данного рода деятельности [6].

1. Принцип общественной подотчетности и прозрачности при принятии решений, касающихся нанотехнологических исследований и разработок; он особенно важен в случае серьезных последствий и рисков, связанных с опасностями для здоровья и экологии человека. Большое значение в реализации данного принципа имеют концепции *организационной этики*, такие как корпоративная социальная ответственность, а также основные принципы *биоэтики*, в частности принцип совместного использования благ.

2. Принцип этической компетентности, требующий от властей и общественности при решении открытых проблем нанотехнологий базироваться на знании и применении этических стратегий, моральных кодексов поведения и руководящих принципов деятельности профессиональных сообществ, политических органов и научно-исследовательских учреждений. Одна из главных задач наноэтики – создание изначальной базы таких фундаментальных принципов и разработка механизмов их внедрения.

3. Принцип обязательности междисциплинарных общественных дискуссий, требующий сбалансированного диалога, реалистичных информированных дискуссий, основанных на всестороннем учете всех данных о развитии нанотехнологий, исключающих односторонние выводы как позитивного, так

и негативного характера. Особенно острой является необходимость заблаговременного авторитетного междисциплинарного общественного обсуждения вопросов применения нанотехнологий в медицине.

4. Принцип оценки рисков, их анализа и стандартизации – один из наиболее этически значимых принципов разработки и применения нанотехнологий. Потребность в оценке рисков и их вероятности с помощью просветительских и этико-образовательных усилий должна стать нормой мышления ученых и инженеров, работающих с нанотехнологиями, и ориентировать их на изучение рисков и требований к управленческим решениям при их разработке.

5. Принцип уважения частной жизни и конфиденциальности (основан на ключевых принципах биоэтики) связан с тем, что нанотехнологии открывают возможности разработки невиданных ранее наблюдательных устройств за состоянием физического и психического здоровья человека (от нанокамер до нанотрэйсеров), в связи с чем необходимо рассматривать вопрос допустимости использования подобных устройств и условий их применения.

6. Принцип интеллектуальной собственности (общенаучный принцип) требует строгого соблюдения, во-первых, в связи с тем, что нанотехнологии пересекаются с биотехнологией, и здесь могут оказаться актуальными этические проблемы, касающиеся патентоспособности живых организмов и генов; во-вторых, в связи с размыванием здесь границ между наукой и технологией: научные знания являются общим достоянием, а технология – далеко не всегда. Кроме того, риск чрезмерного патентования может увеличить опасность «наноразрыва». Поэтому патентоспособность нанотехнологических инноваций носит спорный характер и должна рассматриваться в плане оценки рисков и выгод.

7. Принцип охраны экологии человека и природы требует привлечения особого внимания к экологическим и медицинским аспектам развития и использования нанотехнологий для решения проблем охраны окружающей среды и здравоохранения, сбалансированности между возможностями и рисками, связанными с продуктами нанотехнологий и

теми формами применения, которые предполагают их контакт с человеком или могут воздействовать на окружающую среду.

Разумеется, это не исчерпывающий перечень этических принципов, которые можно рассматривать в качестве необходимых регулятивов развития нанотехнологий. Их перечень, и тем более их анализ необходимо продолжать и углублять. Так, особую роль при определении возможной пользы/вреда нанотехнологий и наноматериалов для человека и окружающей среды при принятии решений в условиях неопределенности играет эколого-этический **принцип предосторожности**, требующий поэтому специального анализа.

Принцип предосторожности в наноэтике

Принцип предосторожности (ПП) не «принадлежит» исключительно наноэтике. В последние десятилетия он стал логическим обоснованием, лежащим в основе международных договоров и деклараций в области устойчивого развития и стратегии выживания. Сегодня ПП – регулятор действий по преодолению научной неопределенности в оценке и управлении рисками, охраны окружающей среды, здравоохранения и биобезопасности. Это полностью относится к производству наноматериалов и использованию нанотехнологий, реализующих себя в условиях научной неопределенности и повышенных рисков. Речь идет о том, что меры предосторожности, направленные на разработку технологических процессов и производство вредных веществ и обеспечивающие безопасность экологии человека и природы, должны соблюдаться здесь так же тщательно, как и при соблюдении радиационной безопасности.

Принцип предосторожности – этический принцип, применяемый при определении и оценке рисков, требующий при разработке инноваций, носящих неопределенный и проблематичный характер и имеющих гуманитарные и экологические последствия, принимать во внимание в первую очередь наиболее опасный из возможных вариантов развития событий, т. е. исходить из *презумпции опасности* [7]. Этические вопросы применения наноматериалов и нанотехнологий носят

именно такой – крайне неопределенный и проблематичный характер. Сущность принципа состоит в следующем: *если та или иная деятельность потенциально может нанести значительный вред, соответствующие меры должны быть приняты для предотвращения или ограничения такого вреда, даже если научные данные не позволяют точно оценить уровень риска*. Таким образом:

– ПП применяется, когда существует значительная научная неопределенность в отношении причинности, величины, вероятности и характера вреда.

– Привлечение ПП к решению проблемных вопросов ограничены теми проблемами, которые являются *научно оправданными или логичными*.

– Поскольку ПП имеет дело с рисками, вероятность проявления и результаты которых *плохо или мало известны*, постольку для ПП достаточна даже количественно невыраженная возможность (это отличает ПП от принципа предотвращения, который может применяться, если только есть надежные основания для количественной вероятности).

– Вмешательство должно проводиться *до* проявления возможного вреда или *до* полной уверенности в том, что такой вред может быть нанесен. Исключается стратегия выживания и наблюдения.

– Вмешательство должно быть *пропорционально* выбранному уровню защиты и величине возможного ущерба. Полный запрет не является пропорциональным ответом на потенциальный риск во всех случаях, но в некоторых случаях он – единственно возможный ответ на данный риск.

– Доступная система вмешательств включает меры, ограничивающие возможность вреда и сопряженные с ущербом. В случае возникновения такой опасности эти меры не только ограничивают объем ущерба, но и повышают возможность его регуляции.

– Необходимы систематический *эмпирический поиск* существенных доказательств, долгосрочный мониторинг и обучение, чтобы реализовать все потенциальные возможности по выводу ситуации за пределы ПП к традиционному управлению рисками.

– ПП ограничивает *недопустимые риски* и требует точного расчета возможных рисков, угрожающих будущим поколениям или жителям других стран (в некоторых формулировках упоминаются «повреждающие или вредные последствия», в некоторых – «серьезный» вред, в других – «серьезные и необратимые повреждения» или «глобальные, необратимые и передающиеся в ряду поколений повреждения»).

Но все они указывают на необходимость моральной оценки допустимости вреда. *Морально недопустимый вред* – это вред, наносимый экологии человека или окружающей среды, который угрожает жизни или здоровью человека или ведет к серьезным и необратимым эффектам, или нарушает права будущих и настоящих поколений, или требует защиты и соблюдения прав пострадавших людей. Особенно остро стоит вопрос о возможности морально недопустимого вреда при использовании наноматериалов и нанотехнологий в биомедицине и генетике, что требует обязательного применения ПП в этих направлениях.

При этом ПП не основывается на «нулевом риске», он направлен на достижение нижних или более приемлемых порогов риска и опасности. Он не основывается на опасениях или волнениях, а является рационально выбранным принципом нанозтики, которая стремится использовать лучшие научные системы сложных процессов для принятия наиболее правильных решений. Вместе с тем, как и любой другой принцип, ПП сам по себе не является решающим алгоритмом и, следовательно, не может гарантировать согласованности между случаями. Каждый отдельный случай будет несколько иным, имеющим свои конкретные факты неопределенности, обстоятельства, лица, принимающие решения, и конкретность суждений.

Принцип предосторожности и «парадокс предосторожности». Существует мнение, что чрезмерно широкое внедрение ПП в рамках использования нанотехнологий может привести к ложноположительным результатам, а предупреждающее вмешательство в дальнейшем может оказаться ненужным. Проблема излишне строгой ин-

терпретации ПП состоит в том, что могут быть не выполнены исследования, которые необходимы для надлежащего понимания соотношения выгоды и рисков от применения нанотехнологий, например, в медицине. Таким образом, чрезмерно сильные версии ПП могут привести к *«парадоксу предосторожности»* – ограничению развития или применения инновационных нанотехнологий, что может сдерживать их развитие и в некоторых случаях нанести больше вреда, чем тот, которого удастся избежать [9].

С другой стороны, слабые формы могут оказаться тривиальными, так как если доказательный порог установлен слишком высоко, фактический результат от применения принципа может быть неотличим от результата стандартных методов оценки. В силу этого не будут выполнены возложенные на него функции обоснования действий в ситуации недостаточной информации о возможном ущербе и неприменимости стандартных методов. Трудность в том, чтобы избежать обеих крайностей – и слишком жесткой, и слишком слабой интерпретации ПП. Для минимизации этих негативных последствий необходимо, чтобы стартовые условия были основаны не на предположениях, а на подлинных свидетельствах возможного значительного вреда и чтобы принимаемые меры предосторожности были сопоставимы с потенциальным вредом, который они должны предотвратить. Одинаково точного и универсального способа сделать это, скорее всего, нет, ПП дает лишь общие основы для решений, которые должны быть приняты в каждом конкретном случае. Однако во избежание произвольных или дискриминационных решений важно, чтобы использование принципа не было противоречивым.

При этом применяемое защитное действие – это не обязательно запрещение технологии (нанотехнологии); это может быть набор более легких ограничений или мер предосторожности, которые могут снизить риски при одновременном продолжении исследований. В сообщении Еврокомиссии «О принципе предосторожности» говорится, что «в некоторых случаях полный запрет не может являться адекватным ответом на потен-

циальную опасность» и что «меры по уменьшению рисков должны включать в себя менее ограничительные варианты, ... такие, как соответствующее лечение, снижение уровня воздействия, ужесточение контроля, принятие временных ограничений, рекомендации для населения, подверженного риску, и т. д.» [7]. Поэтому при установлении соразмерности применяемых мер тонкий баланс между двумя крайностями должен определяться для каждого конкретного случая.

Несмотря на то, что ПП действительно может замедлить определенные направления инновационного и научно-технического прогресса, он, в то же время, может выступать в качестве *стимулятора* для развития других нововведений, способствуя развитию инновационных альтернатив для потенциально опасных технологий и тем самым – *диверсификации технологий*. Ведь если имеется несколько конкурирующих, а не одна глобальная, монополярная технология, то размеры и последствия социального невежества и любых последующих непредсказуемых происшествий будут меньше и легче будет справиться с ними.

Включение ПП в состав европейского и международного права является подтверждением общепринятых социальных ценностей, которые могут широко применяться в условиях риска и неопределенности. Однако в силу расхождений в толковании и способе применения ПП остается недостаточно «прописанным», особенно в нанотехнике. Ф. Альхофф определяет его как «осознание возможности серьезных и необратимых нарушений в сложных системах и понимание неполноты эпистемологической ситуации, с которой мы, вероятно, столкнемся в отношении этих систем» [8].

В международных документах описаны ситуации применения ПП.

1. «В случае если деятельность людей создает угрозу вреда окружающей среде или здоровью людей, необходимы меры предосторожности, даже в случае, если некоторые причинно-следственные связи не имеют полного научного обоснования» [9].

2. «В целях защиты окружающей среды государства в соответствии со своими возмож-

ностями широко применяют принцип принятия мер предосторожности. В тех случаях, когда существует угроза серьезного или необратимого ущерба, отсутствие полной научной уверенности не используется в качестве причины для отсрочки принятия экономически эффективных мер по предупреждению ухудшения состояния окружающей среды» [10].

3. «В случае, если деятельность создает угрозу вреда окружающей среде или здоровью людей, необходимы меры предосторожности, даже в случае, если некоторые причинно-следственные связи не имеют полного научного обоснования» [11].

4. «Принцип предосторожности применяется в случаях, когда научное обоснование является недостаточным, неубедительным или сомнительным, и предварительная оценка дает достаточные основания полагать, что потенциально опасные воздействия на окружающую среду, здоровье человека, животных или растений, могут быть несовместимы с высоким уровнем защиты, принятым ЕС» [10].

Несмотря на разночтения в формулировках, два ключевых элемента являются общими для интерпретации ПП в контексте стратегии выживания и обеспечения безопасности при применении нанотехнологий в биомедицине и генетике. Первый – это набор стартовых условий, определяющих ситуации вступления принципа в силу и включающих заданную степень доказанности, что будет нанесен ущерб (E), и меру серьезности ущерба (S). Второй компонент диктует тип действий, которые следует произвести (A). Формулировка выглядит следующим образом: *если существует доказанность, превышающая E, того, что деятельность причинит ущерб более серьезный, чем S, то следует произвести действие A* [12]. Насколько сильной или слабой будет конкретная формулировка ПП, зависит от каждой из трех переменных.

ПП не требует от ученых менять обычные стандарты доказательств, делая выводы о рисках, обусловленных новой технологией. Но он может предусматривать проведение дополнительных исследований для того, чтобы обеспечить лучшую доказательную базу для

принятия решений в будущем, а главное – ПП указывает на меры, которые должны быть приняты на основе имеющихся фактов. Тем более, что ПП – это не неизменный принцип, а принцип, способный развиваться по мере изменения социальных ценностей. Поэтому важно иметь четкое представление о роли ПП в общем процессе *оценки и управления рисками*. В этом смысле ПП – *моральный принцип, толкование и применение которого зависит от готовности общества нести издержки, чтобы избежать определенных видов риска во имя стратегии выживания* [13].

Библиографический список

1. Нанотехнологии и этика. Политика и направления деятельности. – Париж, Отдел науки и технологии, Сектор социальных и гуманитарных наук ЮНЕСКО, 2008. – 16 с.
2. Ibo van de Poel, How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology // NanoEthics. 2008. 2:25–38.
3. Holm S. Does nanotechnology require a new «nanoethics»? Cardiff Centre for Ethics, Law and Society, August 2005. Retrieved October, 26, 2007, <http://www.ccels.cf.ac.uk/archives/issues/2005/>
4. MacDonald C. Nanotech is novel; the ethical issues are not // The Scientist. 2004. 8.
5. Grunwald A. Nanotechnology – a new field of ethical inquiry // Sci Eng Ethics. 2005/11. pp. 187–201.
6. Мишаткина, Т.В. Нанотехнологии в биомедицине и экологии человека: этические аспекты. Монография / Т.В. Мишаткина, С.Б. Мельнов. – Saarbrücken, Германия, Международ. Издат. Дом LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 178 с.
7. A European perspective on the Precautionary Principle is to be found in: Commission of the European Communities // Communication from the Commission on the Precautionary Principle, COM(2000)1 final. http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=COMfinal&an_doc=2000&nu_doc=1
8. Fritz Allhoff. Risk, precaution, and emerging technologies. // Studies in Ethics, Law, and Technology 3, no. 2 (2009), Article 2, pp. 13–14.
9. United Nations, Rio Declaration on Environment and Development (1992), Principle 15. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml.
10. Wingspread Statement on the Precautionary Principle (1998). www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html
11. Jonathan Hughes. How not to criticize the precautionary principle. // Journal of Medicine and Philosophy 31 (2006). pp. 452.
12. John Harris, Suren Holm. Extending human lifespan and the precautionary paradox. // Journal of Medicine and Philosophy 27, no. 3 (2002). pp. 355–68.
13. Здоровье и окружающая среда: принципы коммуникации риска. // ВОЗ, Европейское региональное бюро. 2013. – 70 с.

ETHICAL ISSUES OF NANOTECHNOLOGIES IN THE HUMAN ECOLOGY CONTEXT

Mishatkina T.V., Prof. International Sakharov Environmental university, Ph.D. (Philosophy)

mtv2013@tut.by

International Sakharov Environmental University,
220070, Republic of Belarus, Minsk, Dolgobrodskaya Street, 23, ISEU. AD Sakharov

*Nanotechnologies today are rapidly developing innovation technologies with a high potential of practical application – in particular, in medical and genetical sciences. However, their potential advantages, risks, and consequences for human ecology give rise to many issues of ethical nature. That is why setting goals of nanoresearch and specifying the forms of its practical application require rigorous ethical examination. There are two alternative approaches to the ethics of nanotechnologies: a) nanotechnologies are revolutionary technologies – that's why the existing ethical standards are not sufficient, and it is necessary to develop new approaches enabling adequate examination of the application of nanotechnologies; b) though nanotechnologies are innovation technologies, their development does not require specialised regulation, and the already developed set of ethical examination means used in biomedicine and genetics is sufficient. The article postulates that potential advantages/scope and dangers/risks of nanotechnologies in the human ecology context are so specific and wide-reaching that to evaluate them, we need special ethical analysis and specific ethical attitude embodied in **nanoethics** – a new branch of applied ethics aimed at defining and establishing specific moral-and-ethical regulatory benchmarks of nanoresearch, at humanitarian evaluation of social consequences of implementing achievements of nanoscience and nanotechnologies. As a conceptual foundation of nanoethics, the article presents **ethical principles** which serve as moral reference points and benchmarks for developing and applying nanotechnologies, i.e.*

– social accountability and transparency in making decisions related to the research in the area of nanotechnologies

– ethical competency of the authorities and community in solving the problems of nanotechnologies

– obligatory character of interdisciplinary social discussions requiring balance, objectivity and multilateral awareness

– obligatory character of analysing, evaluating, and standardising risks

– respect of privacy and confidentiality in using nanotechnologies in biomedicine and genetics

– intellectual property related to patentability of living organisms and genes

– principle of protection of human and natural ecology, requiring balance between the possibilities and the risks of using products of nanotechnologies in their contacts with humans and their effect on environment.

The article emphasises the importance of the **precautionary principle** which requires, when defining and evaluating the risks inherent in innovations of indefinite and problematic nature, taking into account first of all the most dangerous of potential consequences, i.e. apply presumption of danger. However, the author demonstrates that exaggerated application of this principle could lead to the **cautionary paradox**, i.e. limitations in applying nanotechnologies which would restrict their development and result in further harm to human ecology. As it is necessary to avoid both extremes (too rigid and too weak interpretation of the precautionary principle), the balance of measures aimed at protecting human ecology should be set on a case-by-case basis.

Keywords: nanotechnologies, nanogenomic technologies, bioethics, nanoethics, human ecology, hazards/risks, nanotoxicology, nanomedicine, ethical review, precautionary principle, precautionary paradox, presumption of danger.

References

1. *Nanotekhnologii i etika. Politika i napravleniya deyatel'nosti* [Nanotechnologies and ethics. Politics and areas of activity]. Paris, UNESCO Social and Human Sciences Sector, Division of Science and Technology, 2008, 16 p.
2. Van de Poel, I. How should we do nanoethics? A network approach for discerning ethical issues in nanotechnology. *NanoEthics*, 2008, no.2, pp. 25-38
3. Holm S. Does nanotechnology require a new «nanoethics»? Cardiff Centre for Ethics, Law and Society, August 2005. Available at <http://www.ccels.cf.ac.uk/archives/issues/2005/> (accessed 26 October 2007)
4. MacDonald C. Nanotech is novel; the ethical issues are not. *The Scientist*, 2004, no.8
5. Grunwald A. Nanotechnology – a new field of ethical inquiry. *Sci Eng Ethics*, 2005, no.11, pp. 187-201
6. Mishatkina T.V. *Nanotekhnologii v biomeditsine i ekologii cheloveka: eticheskie aspekty* [Nanotechnologies in biomedicine and human ecology: ethical aspects]. Saarbrücken, Germany, Lambert Academic Publ., 2014, 178 p.
7. European perspective on the Precautionary Principle. Commission of the European Communities. Communication from the Commission on the Precautionary Principle, COM(2000)1 final. Available at: http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=COMfinal&an_doc=2000&nu_doc=1
8. Fritz A. Risk, precaution, and emerging technologies. *Studies in Ethics, Law, and Technology* 3, 2009, no.2. Article 2, pp. 13-14
9. United Nations, Rio Declaration on Environment and Development (1992), Principle 15. Available at: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml
10. Wingspread Statement on the Precautionary Principle (1998). Available at: www.gdrc.org/u-gov/precaution-3.html
11. Hughes J. How not to criticize the precautionary principle. *Journal of Medicine and Philosophy*, 2006, no. 31, p. 452
12. Harris J., Holm S. Extending human lifespan and the precautionary paradox. *Journal of Medicine and Philosophy* 27, 2002, no.3, pp. 355-368
13. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda: printsipy kommunikatsii riska* [Health and environment: principles of risk communication]. WHO European Regional Bureau, 2013, 70 p.