

Р.Р. Беляетдинов

Риск как элемент этики новых технологий в области биомедицины

Последние десятилетия новые технологии в сфере биомедицины открывают большие возможности для трансформации традиционных представлений о человеке. Наиболее перспективные направления в развитии биомедицины – компьютеризированные микрочипы и наночастицы, генетический скрининг и модификация клеток, создание биобанков – оказывают существенное влияние на представления не только о теле человека, но и о его личности. В этом контексте классический философский дуализм телесного и бестелесного в человеке приобретает новый смысл в силу трансформации представлений о человеческом теле, которое все чаще рассматривается как объект для совершенствования и даже «сосуд органов», в то время как сознание оказывается не только связанным с личным опытом его обладателя, но и с компьютеризацией средств хранения памяти и способов коммуникации¹.

Актуальность проблемы человека в связи с развитием биомедицины обозначена в книге Ф.Фукуяма «Наше постчеловеческое будущее»² как один из лейтмотивов биомедицинской этики – поиск или отрицание «фактора Х», под которым понимается свойственные человеку некие черты, отличающие его от всего живого и подлежащие сохранению. Такой философский подход к проблеме человека в контексте биомедицинских технологий соответствует степени риска, которая сопряжена с развитием биомедицины.

Безусловно, новые технологии разрабатываются из добрых намерений, ведь многие специалисты справедливо полагают, что соединение тела и, например, компьютеризированных имплантантов, использование наночастиц и наноматериалов в биомедицине,

генетический скрининг не только позволят бороться с практически неизлечимыми сегодня заболеваниями и устранять последствия тяжелых травм, но и значительно расширят коммуникативные и информационные способности человека, вернут больным людям слух, зрение и способность общения с окружающим миром, излечат многие неврологические заболевания.

К примеру, Европейская группа по этике отмечает следующие направления развития технологии имплантантов – одного из направлений новых биомедицинских технологий, существенно преобразующих тело человека:

- биосенсоры (электронно-механические системы) – имплантанты, которые будут проводить мониторинг состояния организма и передавать информацию на внешние устройства, а в случае необходимости даже сообщать о критическом состоянии организма;

- искусственный гиппокамп – протез мозга на основе электронного чипа, восстанавливающий или улучшающий память. Этот чип будет заменять работу поврежденной области мозга;

- кортикальный имплантант предназначен для людей, лишенных зрения, позволит передавать информацию от мини цифровой камеры к электродам, соединенным со зрительной зоной коры головного мозга, минуя нефункционирующую сетчатку или зрительный нерв;

- окулярный имплантант или искусственная сетчатка – новая технология по замене нефункционирующей сетчатки (слоя воспринимающих свет клеток, расположенного в глазу).

- интерфейс между компьютером и мозгом сделает возможным передачу информации из головного мозга на компьютер. Через кохлеарные и зрительные имплантанты информация будет поступать в мозг, а с помощью этой технологии выводиться на внешние источники (например, монитор). Вместе эти технологии создадут интерактивную систему, при помощи которой парализованные люди смогут общаться с внешним миром;

- GPS-имплантанты позволят определять местонахождение человека.

В стадии разработки находятся технологии, направленные на улучшение способностей человека. Среди них чипы, которые позволяют имплантировать кибер-память и устанавливать беспроводную и невербальную коммуникацию между людьми.

Звуковой зуб будет передавать звуковую информацию с использованием внутренней вибрации костей во внутреннее ухо. Через звуковой зуб можно будет устанавливать связь с компьютерами, мобильными телефонами и другими устройствами³.

Вместе с тем распространение новых технологий создает и опасность нарушения уже сложившихся принципов целостности человека. В докладе Европейской группы по этике науки и новых технологий⁴ отмечается, что тесная связь между человеком, информацией и имплантированными устройствами позволяет рассматривать имплантанты, информацию, которую они содержат, и информационные сети, к которым подключены имплантанты, как часть тела человека. Авторы рекомендаций фактически рассматривают компьютеризированные имплантанты как тело и полагают, что в отношении них должен действовать принцип *Nabeas Corpus*⁵, согласно которому тело человека неприкосновенно во всей своей целостности. Предполагая, что подключенные к информационным сетям имплантанты могут быть использованы для несанкционированного доступа к содержащимся в них данным и отслеживания физических перемещений человека.

Двойственность влияния биомедицинских технологий на человека выражается в том, что они расширяют возможности медицины за счет новых устройств и делают человека уязвимым с точки зрения распространения личной информации. Это отмечают эксперты Группы по этике новых технологий, указывая на то обстоятельство, что существует возможность использования имплантантов для манипулирования умственными способностями и даже модификации личностной идентичности⁶.

С одной стороны, биомедицинские технологии формируют тенденцию ослабления традиционного медицинского патернализма⁷, существенно расширяя самостоятельность пациентов, которые в процессе распространения новых медицинских приборов получают все больше возможностей для контроля за собственным состоянием. К примеру, существует идея объединения техники имплантации миниатюрных биосенсоров и резервуаров с лекарственными препаратами. Такие имплантанты будут контролировать поступление лекарственных препаратов и проводить мониторинг состояния организма.

Использование наноустройств при диагностике заболеваний позволит делать заключение еще до появления симптомов болезни. При помощи нанотехнологий можно проводить тесты как в пробирке (*in vitro*), так и непосредственно на пациенте (*in vivo*). Наноустройству достаточно минимального количества крови – не больше одной капли от укола булавкой, – чтобы в течение одной минуты провести сканирование раковых маркеров и выдать результат анализа крови⁸.

На практике сращивание медицинских и информационных технологий позволяет пациентам выстраивать фактически больничный режим приема лекарств строго по часам и контролировать ритм сердца при помощи устройства, которое не только снимет аритмию, но и синхронизирует работу сердца в зависимости от показаний имплантированных датчиков⁹, и все это – вне стен больницы.

С другой стороны, использование биомедицинских технологий порождает целый ряд культурных и социальных противоречий, которые могут рассматриваться как риски. Как правило оказывается, что одни люди принимают возможности биотехнологий, например, экстракорпоральное оплодотворение, с большим энтузиазмом, видя в этой технологии решение проблем тех, кто желает, но не может иметь детей, в то время как другие считают, что использование экстракорпорального оплодотворения – проявление дегуманизации, разрушение институтов семьи и общества в целом. Биомедицинские технологии здесь сталкиваются как с неготовностью одних групп людей их принимать, так и с желанием других социальных групп эти технологии использовать.

В медицинской практике лечебное и нелечебное применение новейших и экспериментальных методов, конечно, остается сильным регулирующим и сдерживающим фактором, но при этом всеобщность данного принципа по меньшей мере проблематизирована. Терапевтическое применение медицины по показаниям безусловно превалирует, но гораздо большее значение приобретает расширение сферы новых методов на особых и специальных условиях и даже нелегально. Эта тенденция особенно заметно проявляется в спорте, где нередко используются самые разнообразные формы допинга¹⁰.

На деле многие биомедицинские технологии вызывают наиболее сильный интерес у обеспеченных социальных слоев общества, где высок уровень образования и доходов, но отторгаются или

остаются недоступны по экономическим и консервативным соображениям менее обеспеченным социальным слоям общества. Эта проблема нашла свое отражение и в рекомендациях Европейской группы по этике, где указывается на возможность такой предельной ситуации, как «кибер-расизм» – одной из разновидностей социального неравенства, являющейся следствием несправедливого распространения технологии в биомедицине¹¹. Разрешение противоречий, возникающих в силу развития биомедицины, лежит в сфере этики, которая традиционно строится на анализе проблемы риска как ключевого фактора, определяющего степень ограничения исследований в той или иной области науки.

Однако дискуссии об этике новых технологий, и в частности касающиеся темы одного из ведущих направлений в биомедицине – нанотехнологий, проявляет неоднозначность и несовершенство подходов, основанных на анализе риска и пользы¹² как основных условий самой возможности проведения научных исследований через оценку их влияния на человека. Классический подход к новым технологиям отталкивается от того, что следует сохранять человека и его среду в том виде, который мы имеем уже сейчас, т. е. идеальный образ будущего человека максимально приближен к образу человека нынешнего. Однако возможности и перспективы развития новых технологий все сильнее рассогласовывают образ сегодняшнего человека и образ человека будущего, главным образом из-за появления малоизученных рисков и новых возможностей при лечении и преобразовании тела человека, следовательно, и этика новых технологий как инструмент «вписывания» технологий в общество тоже становится полем для дискуссий.

Для примера можно рассмотреть проблему использования риска в качестве критерия этической оценки нанотехнологий. Этическое поле, возникшее вокруг нанотехнологий как необходимое условие их цивилизованного развития¹³, сформировалось из вопросов, обсуждение которых, похоже, не может свестись к какому-то одному подходу и требует совмещения различных методов этического анализа. Едва возникнув, нанотехнология как идея создания микромашин и изменения материи на уровне молекул¹⁴ и нанотехнологии как предметная реализация этого замысла в конкретных областях науки, например в медицине, привлекли внимание многих специалистов в области этики. Выяснилось, что существует довольно много сцена-

риев развития, связанных с нанотехнологиями, для рассмотрения которых приходится использовать даже противоречивые по своим методам этические подходы, пришедшие как из биоэтики, так и из исследовательской этики. Примечательно, что эти методы оказались востребованы не только для решения проблем нанотехнологий, но и сами принципы этики получили новое критическое осмысление в контексте нанотехнологий.

Однако даже несмотря на широту этических интерпретаций, нанотехнологические исследования, получая все большее распространение, сильно опережают возможности этики создать единый подход, в границах которого эти технологии могли бы развиваться, не оказывая пагубного влияния на человека.

Наноэтическая проблематика усложняется и из-за трудности точного определения самого термина «нанотехнологии». С одной стороны, использование частиц размера 10^{-9} известно с 1970-х гг. прошлого века, а сегодня и вовсе широко распространено в электронике и даже при производстве бытовых вещей, например зубных паст. Но, с другой стороны, идея нанотехнологий состоит в принципиально новом направлении науки, которое кратко сформулировал Фейнман во фразе «внизу достаточно места»¹⁵, имея в виду не только использование наноструктур, но и наномеханизмов. В этом смысле и этика нанотехнологий является продолжением концепции, реализация которой в прикладных направлениях науки основывается на идее нового видения мира. Разделение нанотехнологии как идеи и нанотехнологий как практической реализации этой идеи нашло свое отражение в терминах: «нанотехнология» используется для обозначения нового направления науки, а термин «нанотехнологии» прикладные направления в медицине, компьютерной технике и многих других отраслях науки. В этом смысле этика нанотехнологий касается, конечно, тех проблем, которые могут возникнуть в ходе изменения мира под влиянием массового развития нанотехнологий.

Сегодня этический дискурс нанотехнологий представляет из себя сплав этических концепций и новых данных о влиянии наночастиц на природу и человека, в силу новизны нанотехнологий, этика нанотехнологий в значительной степени отталкивается от априорных установок, но, вместе с тем, оригинальность этики нанотехнологий проявляется в поиске методов, которые бы позволили соблюдать принципы справедливости и безопасности.

Ценность этого дискурса – в осознании ограниченности представлений о нанотехнологиях в «черно-белом» формате, основанном на полном одобрении нанотехнологических исследований и игнорировании существующих рисков или на неприятии технологии и требовании ее полного запрета. Таким образом, цель обсуждения новых технологий – поиск баланса этических принципов, который позволил бы относиться к происходящему в сфере нанотехнологий, основываясь на результатах дискуссий, а не на гипотетических страхах и ожиданиях, как это происходит в случае простого моделирования наиболее очевидных рисков и ожиданий.

Между тем риск негативного воздействия наночастиц на человека и природу – ключевой элемент современных этических дискуссий о нанотехнологиях. Риск, понимаемый как реальная опасность или даже теоретическая возможность любых негативных последствий, традиционно рассматривается как основной критерий оценки новых технологий. Поскольку нанотехнологии с момента своего появления были восприняты в работах ученых, популяризаторов науки и представителей культуры как угроза, прежде всего угроза создания самореплицирующихся наномашин, разрушающих экологию и представляющих фатальную угрозу для людей, идея риска стала отправной точкой для дискуссий о нанотехнологиях. Именно высокие риски, понимаемые буквально как угроза на физическом уровне, стали ключевым аргументом требований ввести мораторий на исследования в области нанотехнологий и, соответственно, были опровергнуты в известной дискуссии о реальности рисков наномашин, которые были оценены как крайне минимальные¹⁶. Однако сама идея риска как фактора ограничения нанотехнологий все же закрепилась и стала универсальной моделью.

Укоренение этой модели имеет свою историю. В большинстве развитых западных стран уже прошла и первая, и вторая волна реакции общества и научного сообщества на нанотехнологии как концепцию развития науки. Если в первый период, с начала 1980-х гг. до 2000-го, реакцию общества на нанотехнологии можно было охарактеризовать как рефлексию фактора опасности, исходящей от нанотехнологий и продуктов, изготовленных с использованием наночастиц¹⁷, то вторая волна, начавшаяся в 2000-х, является попыткой осмысления нанотехнологий в рамках существующих эти-

ческих дискуссий. Эта тенденция сопровождается планомерным втягиванием нанотехнологий в сферу гуманитарной рефлексии и выражается в осмыслении влияния на человека уже существующей и применяемой технологии. Данный процесс нашел свое отражение на институциональном уровне в виде публикации ряда авторитетных консультативно-аналитических руководств, призванных выразить взвешенную позицию в отношении нанотехнологий¹⁸. Сегодня уже очевидно, что влияние нанотехнологий на человека требует пристального внимания, а общество нуждается во взвешенном подходе, позволяющем адекватно реагировать на то, что возникает в недрах нанотеха.

Наша страна вступила в «нанотехнологический» период науки довольно поздно, лишь в середине 2000-х гг., **весь комплекс опасений и ожиданий, сопутствующий развитию нанотехнологий**, оно получило уже в готовом, концептуализированном виде из европейской культуры. При этом развитие нанотехнологий в нашей стране происходит в ускоренном темпе. Вместе с тем хорошо известно, что практически во всех странах существуют свои особенности в восприятии нанотехнологий. Так, в Японии развитие нанотехнологий не встречает сопротивления со стороны общества, в США нанотехнологии рассматриваются прежде всего как коммерческий продукт, а в европейских странах большое внимание уделяется вопросам безопасного развития нанотехнологий¹⁹. В этом смысле нашему обществу еще только предстоит найти свое собственное, локальное отношение к науке, основанной на использовании наноразмеров и продуктам, полученным в результате ее развития²⁰. Вместе с тем этические проблемы, возникающие вместе с развитием нанотехнологий, имеют свою универсальную специфику, которая в наиболее широком смысле может быть определена как непредсказуемость рисков.

Эта особенность во многом определила и выделение этики нанотехнологий в особый вид этики, которую именуют наноэтикой.

Наиболее нейтральное определение наноэтике дают авторы «Энциклопедии науки, технологии и этики»: «Наноэтика ставит своей целью способствование критической этической рефлексии в этой относительно новой области. Наноэтика дополняет другие усилия, направленные на исследование морального изменения научной и технологической трансформации в их влиянии на челове-

ка»²¹. Автор энциклопедической статьи Розалина Бёрн ставит наноэтику в один ряд с биомедицинской этикой. Однако, по мнению других авторов, сфера наноэтики оказывается значительно шире отраслевой этики, поскольку развитие нанотехнологий открывает большие возможности для изменения природы и общества, и уже существующие подходы, основанные на идее риска, не могут гарантировать безопасное развитие нанотехнологий.

По мнению автора статьи «Развитие обсуждения наноэтики...» А.Феррари²², новая технология может быть рассмотрена в контексте трех наиболее распространенных этических дискурсов – деонтологической этике, основанной на жестком соблюдении принципов, виртуалистской этике, которая исходит из поддержки личных качеств исследователей и консеквенциализме, – этике, построенной на тщательной оценке возможных рисков, связанных с технологией, и их регулировании. Из этих трех подходов наиболее востребованным для анализа нанотехнологий является консеквенциализм, однако, будучи приоритетным, этот подход скорее становится объектом критики, чем набором принципов регулирования нанотехнологий.

Согласно консеквенциализму, высокие риски должны быть основанием для более тщательного контроля за технологиями, но риски могут быть оправданы, если есть надежда на получение хороших результатов. Нахождение баланса между риском и пользой является определяющим условием развития технологии. Однако, как считает А.Феррари, одна из проблем нанотехнологий состоит как раз в том, что традиционный акцент на анализ риска и пользу в контексте консеквенциализма с трудом сочетается с нанотехнологиями²³.

Во-первых, одна из проблем исследований возможных рисков – человеческий фактор и незаинтересованность разработчиков в публичном обсуждении коммерческих проектов, отсюда следует слабое финансирование подобных исследований. Во-вторых, это нехватка независимых специалистов, поэтому те, кто исследует возможные риски, испытывает конфликт интересов²⁴, будучи заинтересованы в развитии той области науки, в которой они работают.

Феррари также отмечает слабость принципа предосторожности. Применять «принцип предосторожности» для регулирования нанотехнологий сложно из-за того, что спектр рисков, связанный

с нанотехнологиями, так широк, что использование этого принципа позволит только относиться к «двойственности, неопределенности и неизвестным свойствам рационально и взвешенно», но, даже будучи подкреплен научной оценкой возможных рисков, он не может быть инструментом регулирования технологии, поскольку этот принцип нельзя использовать для принятия конкретных решений²⁵. Разнообразие рисков усугубляется и возможностью нецелевого использования нанотехнологий, например, для создания оружия или нетерапевтической модификации человека.

Необходимость шире регулировать этические проблемы, возникающие в связи с развитием нанотехнологий, и поиск более мягких и потому широких методов их определения нашли свое выражение в идее «ответственного подхода» и «стабильного развития» нанотехнологий, воплощенных в сфере «мягкого закона» – рекомендательных документов, определяющих направление, в соответствии с которым должна развиваться технология. Концепция стабильного развития²⁶ подразумевает принятие во внимание интересов будущих поколений людей и сохранение окружающей среды. Концепция ответственного подхода²⁷ к развитию нанотехнологий продолжает идею «стабильного развития» и включает в себя прежде всего публичность проводимых исследований в области нанотехнологий²⁸, открытость материалов, затрагивающих текущие исследования, соблюдение принципа предосторожности и принципа стабильного развития. Роль этики в «ответственном подходе» к нанотехнологиям определяется следующими направлениями²⁹: «разъяснение наиболее справедливых правил игры, процветание человека и устойчивое развитие, нахождение таких возможностей, при которых нанотехнологии будут развиваться ответственно, а также нахождение возможных препятствий для желательного развития нанотехнологий; разработка стандартов для потенциальных нанотехнологий; обеспечение “этического сопровождения” (а именно инструментов и ресурсов, которые позволят отдельным людям и организациям принимать решения с учетом их этической оценки), которое создаст обществу условия для адаптации к новым технологиям»³⁰.

Между тем проблема непредсказуемого влияния на окружающую среду материалов, созданных и модифицированных при помощи нанотехнологий, не позволяет считать существующие этические подходы достаточными. Непредсказуемость воздействия

нанотехнологий на человека и неоднозначность социального эффекта, который может возникнуть с внедрением нанотехнологий, например, в медицину, а также неведение о возможностях, скрытых в уже созданных нанотехнологически продуктах, становятся причиной напряженного отношения к быстрому развитию нанотехнологиям как со стороны независимых экспертов, так и среди тех, кто критикует существующие этические концепции, когда они используются в нанозтике.

Например, даже несмотря на то, что основные претензии к нанотехнологиям как экологической угрозе были сняты еще в начале 2000-х³¹, до сих пор некоторые негосударственные общественные организации требуют введения моратория на развитие нанотехнологий³², рассматриваемых как источник потенциальной опасности.

Еще более широкий подход к осмыслению нанотехнологий как новой глобальной технологии представлен в концепциях, которые пытаются описать нанотехнологии как путь нового освоения природы, а этическое обоснование этого процесса через новую интерпретацию приемлемости рисков. Поскольку при помощи нанотехнологий можно не только модифицировать уже существующие, созданные природой материалы, но также создавать новые материалы с заданными свойствами, они фактически являются источником сознательного конструирования как рисков, так и желательных свойств природы. В этом случае большое значение имеет то, насколько осознанно общество воспримет как риски, так и блага, созданные наукой. Результаты исследования возможного социального резонанса, который последует за появлением тех или иных продуктов нанотехнологий в рамках «метафизической исследовательской программы», предлагаемой Дапью (Dapu) и Гринбаумом (Grinbaum)³³ позволит создавать приемлемые для общества технологии и избегать разработок, к которым общество еще не готово.

Поле влияния нанотехнологий может быть определено теми же терминами, которыми определяется нанотехнологическая продукция, – двусмысленность и неведение. Невозможность исчерпать проблему этической концептуализации нанотехнологий средствами наиболее эффективных и зарекомендовавших себя подходов прямо возникает из множественности форм, в которых нанотехнологии могут развиваться. В этих условиях объединение различных этических методов оценки нанотехнологий, иногда

даже противоречивых, в том числе и раздробление готовых философских форм для получения более мягких интерпретаций философского концепта того, что есть нанотехнологии, – неизбежная реакция на столь масштабное влияние науки на общество.

Социальные проблемы, такие как справедливое распределение благ, защита интересов различных социальных меньшинств, также рано или поздно выйдут на уровень, требующих этического обоснования. Как и многие другие виды новых технологий, нанотехнологии очень скоро окажут влияние на человека и потому уже сейчас требуется создание концептуальных заготовок, из которых, со временем, когда наиболее острые риски нанотехнологий проявятся в реальном времени, будет возможно выстроить этику, позволяющую технологии развиваться, а обществу эту технологии безопасно использовать. И то, насколько эти заготовки будут многообразны и вместе с тем соотнесены с фактическим развитием нанотехнологии, настолько цивилизованным будет влияние нанотехнологии на общество.

Неисчерпаемость проблемы этического регулирования биотехнологий средствами наиболее распространенных подходов, основанных на прогнозировании рисков, прямо возникает из появления новых способов лечения и совершенствования человека. Сохранение незавершенности, открытости этических подходов к современным биотехнологиям – одно из важных условий развития биомедицины. Выход за возможности, предоставляемый природой, и управление своим здоровьем, интеллектуальными и физическими возможностями должны не только фиксироваться рамками терапевтического применения, но и осознаваться как новая среда, самоформирующая человека и потому требующая активного участия человека прежде всего через понимание и разумное принятие рисков.

Примечания

- ¹ Одна из технологий коммуникации будущего – ambient intelligence – подразумевает растворение личности человека в «информационном облаке».
- ² См.: Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее. М., 2004.
- ³ Ethical aspects of ICT implants in the human body // Opinion of the European group on ethics in science and new technologies to the European Commission. Opinion № 20. P. 11–12.
- ⁴ Ibid. P. 29.

- 5 Habeas Corpus – понятие английского права, гарантирующее личную свободу. В «Великой хартии вольностей» (1215) статья 39 специально оговаривала неприкосновенность личной свободы.
- 6 Ethical aspects of ICT implants in the human body // Opinion of the European group on ethics in science and new technologies to the European Commission. Opinion № 20. P. 32.
- 7 Nanomedicine. Nanotechnology for Health / Strategic Research Agenda for Nanomedicine. October 2006. P. 24.
- 8 The European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission, Opinion on the ethical aspects of nanomedicine, Opinion № 21. 2007. P. 16.
- 9 Русский венчурист из Пало-Альто // Эксперт. 2010. № 41. С. 61.
- 10 *Miah A.* Genetically Modified Athlets. Biomedical ethics, gene doping and sport. Routledge Press, 2004.
- 11 Ethical aspects of ICT implants in the human body // Opinion of the European group on ethics in science and new technologies to the European Commission. Opinion № 20. P. 33.
- 12 *Ferrari A.* Developments in the Debate on Nanoethics: Traditional Approaches and the Need for New Kinds of Analysis // Nanoethics. 4/2010. P. 31–34.
- 13 *Mnyusiwalla A., Daar A.S., Singer P.A.* Mind the gap. Science and ethics in nanotechnology // Nanotechnology. 14/2003.
- 14 *Фейнман Р.* Лекция, прочитанная 29 декабря 1959 г. на ежегодной встрече Американского общества физиков. Цит. по: The European Group on Ethics in Science and New Technologies. Opinion № 21 (http://ec.europa.eu/european_group_ethics/activities/docs/opinion_21_nano_en.pdf), P. 11.
- 15 Там же.
- 16 Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties // The Royal Society. 2004. P. 109.
- 17 *Joy B.* Why the future doesn't need us // Wired. Vol. 8. P. 238–262 (см.: http://www.wired.com/wired/archive/8.04/joy_pr.html).
- 18 Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties // The Royal Society, Science, Policy Section. The Royal Society. 2004; The European Group on Ethics in Science and New Technologies to the European Commission, Opinion on the ethical aspects of nanomedicine, Opinion № 21. 2007. http://ec.europa.eu/european_group_ethics/activities/docs/opinion_21_nano_en.pdf; Nanotechnology. Risk, Ethics and Law. London, Earthscan. 2006.
- 19 Nanotechnology. Risk, Ethics and Law / Ed. by G.Hunt and M.Mehta. L., 2006 P. 59–105.
- 20 Одна из идей нанотехнологий – довольно жесткая модификация и конструирование природы, может оказать неприемлемо для религиозного сознания.
- 21 *Berne R.W.* Nanoethics // Encyclopedia of science, technology and ethics. Vol. 3 / Ed. C.Mitcham. Thomson-Gale, Detroit, P. 1259–1262.
- 22 *Ferrari A.* Developments in the Debate on Nanoethics: Traditional Approaches and the Need for New Kinds of Analysis // Nanoethics. 4/2010. P. 27–52.
- 23 Ibid. C. 31.

- ²⁴ *Shrader-Frechette K.* Nanotoxicology and ethical conditions for informed consent // *Nanoethics*. 1/2007. P. 47–56.
- ²⁵ *Stirling A.* Risk, precaution and science: towards a more constructive policy // *EMBO Reports*. 8/2007. P. 309–315 (<http://www.nature.com/embor/journal/v8/n4/full/7400953.html>)
- ²⁶ *Ferrari A.* Developments in the Debate on Nanoethics: Traditional Approaches and the Need for New Kinds of Analysis. P. 34.
- ²⁷ *Ibid.* P. 35; См. так же: European Commission. A code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research, A Commission Recommendation of 07/02/2008 (http://ec.europa.eu/nanotechnology/index_en.html).
- ²⁸ *Ferrari A.* Developments in the Debate on Nanoethics: Traditional Approaches and the Need for New Kinds of Analysis. P. 35.
- ²⁹ *Ibid.* P. 34.
- ³⁰ *Ibid.* P. 36. См. также: *Sandler R.* Nanotechnology: the social and ethical issues. PEN 16. Washington. Woodrow Wilson Center, Project on Emerging Technologies (http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7060/nano_pen16_final.pdf)
- ³¹ Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties / The Royal Society Science, Policy Section. The Royal Society, 2004. P. 109.
- ³² *Ferrari A.* Developments in the Debate on Nanoethics: Traditional Approaches and the Need for New Kinds of Analysis. P. 37.
- ³³ *Ibid.* P. 37. См. также: *Dupuy J-P, Grinbaum A.* Living with uncertainty: toward the ongoing normative. Assessment of Nanotechnology // *Techne*. 8. P. 4–25.