


# ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ



**Статья подготовлена доктором философских наук, профессором, главным научным сотрудником Института философии РАН, Сопредседателем Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта Д.И. Дубровским и заведующий сектором этого же института, доктором философских наук, профессором В.И. Аршиновым при участии авторского коллектива ЗАО "Институт прикладной нанотехнологии".**

Перспективы научно-технического прогресса ближайших десятилетий связаны с развитием современных передовых технологий, многократно увеличивающих производственные способности человечества: информационные технологии (ГРИД, квантовый компьютер, нейронные сети), нанотехнологии, биотехнологии, термоядерная энергетика и др.

Овладение человечеством набором современных передовых технологий, многократно увеличивающих его возможности, естественно и неизбежно вызывает самые существенные сдвиги в жизни общества. Одним из центральных направлений в этой связи выступает развитие нанотехнологий, поскольку именно они всепроникающи, как и информационные технологии, и одновременно носят ярко выраженный производственный характер. По этим причинам разработка новых направлений развития нанотехнологий и осознание социальных последствий их использования требуют основательных философских и методологических исследований.

Нанотехнологии – одна из высокотехнологичных отраслей современной науки и техники, которая занимается исследованием атомов и молекул и созданием из них широкого спектра различных изделий. Достижения в данной области неизбежно ведут к революции в медицине, электронике, искусственном

интеллекте, промышленности и других сферах человеческой деятельности. Иными словами, нанотехнология – это путь к созданию новой цивилизации с присущим ей набором ценностей и идеалов. Согласно прогнозам ряда исследователей, "именно развитие нанотехнологий определит облик XXI века, подобно тому как открытие атомной энергии, изобретение лазера и транзистора определили облик XX столетия" [1]. Как отмечают эксперты, нанотехнологии произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую произвели компьютеры в сфере информации.

Нанотехнология сегодня рассматривается как ключевая высокая технология, которая обеспечивает направленное конструирование изделий с заданными свойствами путем манипуляции атомами и молекулами. Развиваясь как метод получения фундаментальных знаний, она становится самостоятельной силой направленного воздействия на природу, общество и человека.

Термин "нанотехнология" указывает на то, что характерные пространственные размеры протекающих процессов находятся на уровне нескольких нанометров (десятки характерных размеров атома), что позволяет оперировать отдельными молекулами и даже отдельными атомами.

Еще в 1990 году в компании IBM на грани никелевого монокристалла с помощью сканирующего туннельного микроскопа из 35 ксенонных атомов была сложена аббревиатура IBM, что подтвердило реальность идеи атомного конструирования (атомной архитектуры).

Возможность осуществления технических операций в таком масштабе качественно изменяет пространственно-временную структуру сознания.

В области микроскопических размеров законы, на которых основано рациональное человеческое мышление и, в частности, традиционное научное мышление, начинают давать сбои, поскольку вступают в силу законы квантовой механики, часто приводящие к тому, что именуют идеальным поведением систем. Например, исчезает трение в макроскопическом смысле слова, детали не изнашиваются, от машины не может отколоться кусочек меньше одного атома, две одинаковые машины в одном состоянии абсолютно идентичны, их невозможно различить даже мысленно. Таким образом, молекулярная нанотехнология открывает возможность для принципиально новых инноваций и требует их адекватного осмысления.

Специфика нанотехнологии состоит в том, что она является не только практической технологией создания материальных объектов, обращенных на природный мир, но и нацелена на конструирование социального мира, что выражается в спектре возможностей ее применения. Кардинальное отличие нанотехнологии от всех остальных технологий состоит в том, что она позволяет преобразовывать мир на атомно-молекулярном уровне и использовать его неисчерпаемые ресурсы. Социальные последствия развития нанотехнологии носят связанный с противоречивой природой социума двойственный (конструктивный и деструктивный) характер, проявляющийся в таких социально значимых областях, как военная и информационная сферы, экология, медицина, энергетика, повседневная жизнь. Специфика двойственного характера развития нанотехнологии заключается в кардинальном преобразовании физического мира, а это требует учета возможных необратимых последствий.

Антропологические и социокультурные эффекты развития нанотехнологии проявляются в модификации уровня чувствительности человека посредством наночипов, программирующих виртуальную реальность в его мозге. Эти процессы определяют новые отношения сознания и технологически модифицированного бытия в формировании культуры впечатлений, способствующей творческой деятельности индивида, в необходимости новых этических ценностей гуманизма, в трансгуманизме, в кардинальном изменении значимости религии в жизни человека, в культурной идентификации человека при открывающейся перспективе слияния с машиной.



Социокультурные перспективы развития нанотехнологии состоят в том, что, во-первых, появится новый образ жизни, во-вторых, в общественном сознании возникнет феномен "секуляризованной вечности", который обусловлен значительным увеличением продолжительности жизни и отделением биологического старения от "кода социальной смерти", в-третьих, произойдет кардинальное изменение смысла человеческой жизни, так как индивид будет способен почувствовать себя творцом природного и социального мира и обрести "практическое бессмертие".

Таким образом, с точки зрения философской проблематизации теоретические вопросы нанотехнологий могут быть подразделены на общие методологические проблемы и на специальные (частные) проблемы нанотехнологий, включая их параллели с проблематикой философии постнеклассической науки. Возможна и другая дихотомия, которая предполагает более специфическую философскую ориентацию, а именно, разделение на онтологическую и гносеологическую проблематику, с одной стороны, и, основанную на ней социально-этическую и социокультурную проблематику, с другой.

В предлагаемой статье, представляющей собой одну из первых в России попыток философского осмысления нанотехнологий, большее внимание уделено второму подходу.

Возникнув на стыке области квантовых взаимодействий и сферы классических макровзаимодействий, нанотехнологии качественно отличаются от традиционных областей прикладной науки и техники, поскольку на таких масштабах привычные макроскопические способы взаимодействия зачастую неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежи-



бенно острым и содержательным стало обсуждение редукционизма в аналитической философии науки XX века, где этот принцип функционирует как важнейший гносеологический и методологический ориентир. Его буквальное значение фиксируется в совокупности требований, окончательным результатом которых является процедура сведения одних качественных состояний объектов к другим. Онтологический и гносеологический параллелизм в рассматриваемом аспекте особенно очевиден, поскольку нанороботам необходима соответствующая программа для сборки макропредметов.

В человеческом познании процесс редукции никогда не может быть завершен, и во всяком эмпирическом познании освобождение от чувственных данных может быть только частичным. Однако для наноробота такой предел существует – это один атом. Принципиальная невозможность создания механизма из одного атома может быть рассмотрена как принципиальный недостаток наноробота. Тем не менее, здесь содержится выход из классической редукционистской ловушки. Отчасти он соответствует тем возражениям против редукционизма, которые были даны в инструменталистской парадигме философии науки. Выдвигаемое инструменталистами требование контекста и эксперимента дало им возможность подойти к интерпретации значений в терминах операций, которые можно конкретно определить и реально осуществить. Неудовлетворительными, с подобной точки зрения, являются такие описания, которые содержат выводы, исключающие возможность подтверждения, либо требующие сложных форм подтверждения, далеких от рассматриваемых значений. Это возражение сохраняет свою силу и в случае многих, более строго эмпирических теорий, в том числе некоторых теорий проверяемости, так как в этих теориях речь часто идет о подтверждении в терминах "постаналитических" чувственных данных. Отстаиваемое инструменталистами контекстуальное и экспериментальное описание, особенно в его операционалистской форме, позволяет избегать этих трудностей. Аналогичным образом нанороботу не потребуется никаких рискованных попыток выделить чистые чувственные данные или проводить сомнительную редукционистскую логику. Подобно нерефлектирующему субъекту, наноробот, если его спросят, что он имеет в виду, сможет ответить, что именно, по его мнению, он и другие нанороботы смогут сделать (если его утверждения истинны и его понятия применимы).

В определенной степени это соответствует идеалу ученого, способного дать совершенно точные описания операций, которые должны быть выполнимыми, если его понятия применимы, и, что еще более важно, способного ввести новые понятия, значения которых с самого начала можно сделать совершенно определенными.

Использование инструменталистской (конструктивистской) парадигмы в качестве методологии нанотехнологий имеет еще один аспект – это активная роль познания. Со-

тельно слабые на привычных масштабах, становятся существенными, и начинают играть главенствующую роль.

Первое упоминание методов, впоследствии названных нанотехнологией, связывают с выступлением Р.Фейнмана "Там внизу полно места" (1959 год), который предположил, что при помощи манипулятора соответствующего размера возможно механически перемещать одиночные атомы. Такой процесс, по крайней мере, не противоречил бы известным физическим законам. Этот манипулятор он предложил делать следующим образом: необходимо построить механизм, способный создавать свою копию, только на порядок меньшую. Созданный меньший механизм должен опять создать свою копию на порядок меньшую и так до тех пор, пока размеры механизма не будут соизмеримы с размерами одного атома. При этом необходимо будет делать изменения в устройстве такого механизма, так как действующие в макромире силы гравитации будут оказывать все меньшее влияние, а силы межмолекулярных взаимодействий будут все больше влиять на его работу. Последний этап – полученный механизм соберет свою копию из отдельных атомов. Принципиально число таких копий неограниченно, что позволит за короткое время создать любое число этих машин. Такие машины смогут способом поатомной сборки собирать макровещи.

Явным образом содержащаяся здесь философская программа известна как *редукционизм*, имеющий богатейшую философскую историю, восходящую к досократикам. Осо-

гласно такой парадигме, разум активен в восприятии на всех уровнях; не существуют вообще неструктурированные, абсолютно непосредственные свободные от классификации сенсорные "данные".

Особый интерес представляет атомно-силовая микроскопия – один из методов, используемых для изучения нанобъектов. С помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) можно не только увидеть отдельные атомы, но и избирательно воздействовать на них, в частности, перемещать атомы по поверхности. Еще в 1987–1988 годах в научно-исследовательском институте "Дельта" под руководством П. Лускиновича была создана первая российская нанотехнологическая установка, осуществлявшая под влиянием нагрева направленный уход частиц с острия зонда микроскопа.

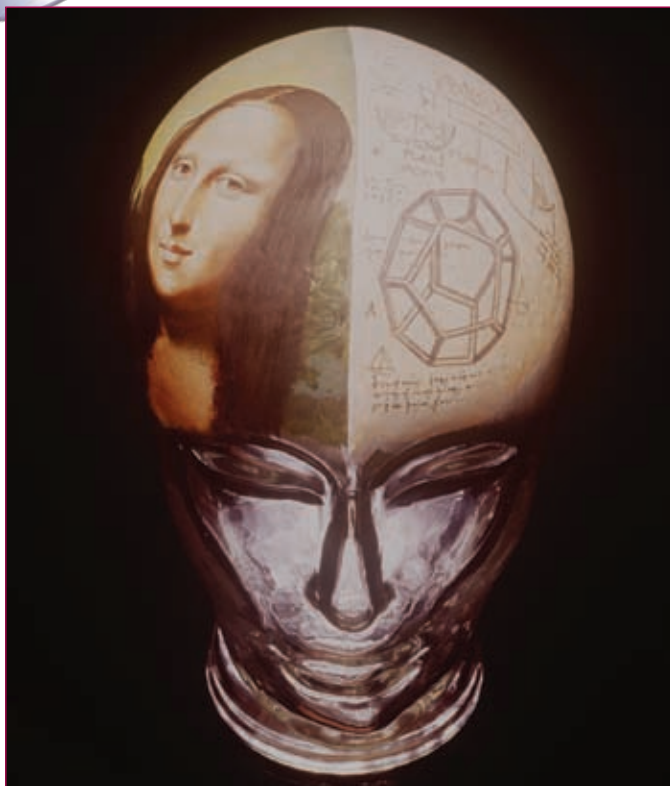
В настоящее время существует целое семейство сканирующих зондовых микроскопов – приборов, в которых исследуемая поверхность сканируется специальной иглой-зондом, а результат регистрируется в виде туннельного тока (туннельный микроскоп), механического отклонения микрозеркала (АСМ), локального магнитного поля (магнитный силовой микроскоп), электростатического поля (электростатический силовой микроскоп) и ряда других. Являясь не только измерительными приборами, но и инструментами, с помощью которых можно формировать наноструктуры, зондовые микро-

скопы призваны стать базовыми физическими метрологическими инструментами XXI века.

Возможности сканирующего туннельного микроскопа далеко выходят за пределы решения задач только наноскопических наблюдений. Проведя точное позиционирование зонда над конкретной молекулой и приложив необходимое напряжение, можно как бы "рассечь" молекулу на отдельные части, оторвав от нее несколько атомов, и исследовать их электронные свойства. Экспериментально установлено, что, прикладывая к зонду необходимое напряжение, можно заставить атомы притягиваться к острию зонда или отталкиваться от него, а также передвигать атомы вдоль поверхности. Особый интерес здесь представляет АСМ, с помощью которой можно не только увидеть отдельные атомы, но и избирательно воздействовать на них, в частности, перемещать атомы по поверхности [2].

Используя данный метод, уже удалось создать двумерные наноструктуры на поверхности. Таким образом, АСМ выступает не только инструментом познания, но и орудием воздействия на объект. Следует заметить – если ранее активная роль наблюдателя обсуждалась преимущественно в связи с работами в области теории квантовой механики, то теперь перед философами открывается новое проблемное поле, и если им удастся "сработать на опережение", то, возможно,





появится новый ключ к квантовым интерпретациям. Кроме того, подобное философское осмысление сможет (и должно) послужить методологической основой дальнейших нанотехнологических разработок.

Итак, нанотехнологии, открывая уникальные перспективы для творчества, позволяют осуществлять манипуляции с отдельными молекулами и атомами и моделировать "изобретения" живой природы. Становится ясно, что по своим потенциальным возможностям и следующим из них социокультурным последствиям атомно-молекулярные технологии превосходят все, что до сих пор было достигнуто.

Познание в этом аспекте выступает *неотделимым* от созидания. Между ними нет и не может быть четкой границы. В истории европейской философии Нового времени такой подход связан прежде всего с принципом активизма И. Фихте. Этот гносеологический принцип означает полное конструирование субъектом объекта. В философии науки XX века принцип активизма оказывается связанным с понятием исследовательской программы.

"Имеется важное различие между *"пассивной"* и *"активной"* теориями познания, — писал И. Лакатос. — "Пассивисты" полагают, что истинное знание — это тот след, который оставляет Природа на совершенно инертном сознании; *активность* духа обнаруживается только в искажениях и отклонениях от истины. Самая влиятельная школа пассивистов — классический эмпирицизм. Приверженцы "активной" теории познания считают, что Книга Природы не может быть прочитана без духовной активности, наши ожидания или теории — это то, с помощью чего истолковываются ее письма. Консервативные "активисты" полагают, что базисные ожидания врож-

денные, благодаря им окружающий мир становится "нашим миром", в котором мы отбываем пожизненное заключение. Идея о том, что человек живет и умирает, не покидая тюрьмы своих "концептуальных каркасов", восходит и к И. Канту. Кантианцы-пессимисты полагают, что из-за такого затворничества реальный мир навсегда остается непознаваемым, а кантианцы-оптимисты уверены в том, что Бог вложил в человека "концептуальный каркас", который в точности соответствует этому миру. *"Революционные активисты"* верят, что концептуальные каркасы могут развиваться и даже заменяться новыми, *"лучшими"* [3].

Подобный активистский подход связан в современной науке с принципом искусственного совершенства, согласно которому совершенное не дано изначально как непосредственная природа и не может быть дано, а должно быть создано. На это направлены в современной науке, например, протеиновая инженерия, создание искусственных органов, конструирование синтетической ДНК, создание биологических гибридов.

Эти технологии могут быть спорными, как, например, генная модификация, но методологически важно то, что при возможно неоднозначном отношении к их последствиям остается несомненным их *метапринцип*, конечная цель которого — улучшение природных способностей человека. Исходным допущением активистской позиции здесь выступает принцип несовершенства природы, согласно которому природа способна ошибаться, а, следовательно, то, что создано ею, может быть улучшено. В этом контексте важным следствием спектра применения нанотехнологии является тенденция к модификации чувственности человека, что дает основания для новых подходов к проблеме "сознание—мозг". Теперь она может выступать также как проблема отношения сознания человека и его технологически модифицированной природы.

Следует в этой связи хотя бы кратко сказать о развитии в рамках аналитической философии конструктивистской эпистемологии Н. Гудмена и У. Куайна, согласно которой всякое восприятие определено выбором и классификацией, сформированными, в свою очередь, совокупностью унаследованных и приобретенных различными путями ограничений и предпочтений. Даже феноменальные утверждения, подразумевающие описание наименее опосредованных ощущений, не свободны от таких формообразующих влияний. Видно, что нанотехнологии дают физическую реализацию этих положений, экстраполируя их на новый уровень.

Итак, нанотехнологии позволяют осуществлять манипуляции с отдельными молекулами и атомами, моделировать "изобретения" живой природы, открывая уникальные перспективы для творчества. Становится ясно, что по своим потенциальным возможностям и следующим из них социокультурным последствиям атомно-молекулярные технологии превосходят все, что было достигнуто человечеством до сих пор.

Вполне закономерно, что в начале XXI столетия все более значимым становится философская рефлексия социокультурных последствий развития нанотехнологии. Это предполагает выяснение особенностей нанотехнологии, анализ влияния этой новой области деятельности на проектирование социальной реальности, рассмотрение новых культурных стереотипов, поиск нового подхода к традиционно понимаемому гуманизму, прогнозирование возможных социокультурных последствий развития нанотехнологии, выявление изменения социальных ценностей и смысла человеческой жизни.

Поэтому важен социально-философский анализ социокультурных последствий развития нанотехнологии, чья познавательная мощь не только обладает положительным потенциалом, но и угрожает, как считают отдельные философы, существованию человечества в рамках техногенной цивилизации. В связи с развитием нанотехнологии и формированием новой цивилизации традиционные представления о социальном и природном мире уже не вполне адекватны действительности. Именно поэтому социокультурные последствия развития нанотехнологии (когда происходит смена парадигм научного познания и стремительное совершенствование новых высоких технологий) требуют глубокого, основательно-исследования. Здесь существенная роль может принадлежать теории социального конструирования реальности, теории информационного общества, структурным моделям культуры и другим концепциям и принципам социальной философии, связанным с рассмотрением места технологии в социуме.

В этой связи методологически важна концепция информационно-сетевого общества М. Кастельса [4], в свете которой нанотехнология может быть рассмотрена как высокая технология информационного общества. Согласно М. Кастельсу, имеют место пять основных характеристик парадигмы информационного общества.

- Информация оказывается сырьем парадигмы, и мы имеем дело с технологиями воздействия на информацию.
- Всеохватность эффектов новых технологий.
- Сетевая логика любых систем, использующих новые информационные технологии.
- Парадигма основана на гибкости.
- Растущая конвергенция конкретных технологий в высокоинтегрированной системе.

Как представляется, нанотехнологии отражают все эти характеристики, поскольку их суть – в появлении молекулярных машин, которые на неорганической основе производят переворот в способе производства материальных благ в ранее невиданных и исторически беспрецедентных масштабах. Прогресс в области медицины, молекулярной биологии, генетики и протеомики в сочетании с новейшими достижениями электроники, робототехники и программного обеспечения должен привести к возможности новых биохимических мани-

пуляций с клетками и генами, к созданию имплантируемых в мозг интерфейсов, сверхминиатюрных мощных компьютеров и даже искусственного интеллекта, превосходящего по уровню развития человеческий. Как пишет главный куратор нанотехнологического проекта России М. Ковальчук: "Гибрид живой и неживой материи на основе соединения новейших технологий – вот главный переворот, который несут человечеству нанотехнологии" [5].

Все перечисленные направления научно-технического прогресса отличаются взаимосвязью и способностью к синергизму, что проявляется в процессе происходящего именно сейчас на уровне НТ-процесса конвергенции различных научных дисциплин в единое целое. В число таких наук входят прежде всего нанотехнологии, биотехнологии, информационные технологии и когнитивные науки, причем нанотехнология выступает в трояком аспекте:

- *технология практической деятельности* (создание сверхминиатюрных мощных компьютеров и т.д.),
- *психотехнология* (создание имплантируемых в мозг интер-

## НОВЫЕ КНИГИ

### ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ:

#### *Легкие баллистические материалы/*

**Под ред. А. Бхатнагара.** – М.: Техносфера, 2008. – 400 с. ISBN 978-5-94836-163-5

В книге рассмотрен новый класс материалов, из которых делают легкую броню. Производство таких изделий в последнее время выделилось в самостоятельную индустрию. Показаны требования, предъявляемые к легким баллистическим материалам, методы их испытания и сферы применения. Представлены облегченные волокнистые материалы, из которых делают средства индивидуальной защиты – бронежилеты, каски и броню транспортных средств.

Книга состоит из введения и двух основных частей, написанных разными авторами и собранными в единое издание под редакцией А. Бхатнагара. Впервые сделана попытка собрать наиболее полную информацию по данной теме.

Издание поможет специалистам лучше разобраться в новейших легких бронематериалах и взаимозависимости их технических характеристик.

#### *Нанотехнологии.*

#### *Наука, инновации и возможности/*

**Фостер Л.** — М.: Техносфера, 2008. – 352 с. ISBN 978-5-94836-161-1

В предлагаемой книге авторы – известные ученые и бизнесмены, занимающиеся теоретическими и практически проблемами нанотехнологий, – описывают состояние дел и перспективы их развития на ближайшее десятилетие, а также возможное воздействие нанотехнологий на глобальные процессы.

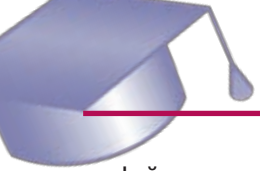
Книга предназначена для широкого круга читателей: научных работников, специалистов, а также студентов профильных учебных заведений.

#### **Как заказать наши книги?**

По почте: 125319 Москва, а/я 91

По тел./факсу: (495) 956-3346, 234-0110

E-mail: knigi@technosphera.ru; sales@technosphera.ru



фейсов или нейрочипов, которые могут быть запрограммированы на создание непосредственно в сознании человека той или иной виртуальной картины мира, модифицируя его чувственное восприятие),

- *социальная технология* (созданная в мозгу человека виртуальная картина мира определяет его социальное поведение).

Возможность цивилизационного подхода связана с тем, что проектируемый спектр применений нанотехнологии охватывает практически все сферы человеческой деятельности и призван изменить технологические парадигмы. Уже сегодня в ряде научных исследований делается вывод о фактически свершившейся смене технологических парадигм от микро к нано. Такого рода смена характеризует начало изменений, ведущих к глобальным последствиям уже цивилизационного масштаба. Спектр возможных применений нанотехнологии показывает диапазон ее широкого проникновения во все области промышленного производства, что создает новые вызовы для развития земной цивилизации.

Ценностный пласт мировоззрения человека в информационном обществе определяется его материальными и духовными потребностями. Комфорт и мобильность, являясь ценностями мультимедийной (виртуальной) культуры, предполагают повышение эффективности и качества жизни. Эти ценности также предполагают идею личности, связанную с практическим отношением к продолжительности жизни, ее качеству, отношением к смерти как чему-то противоположному сущности человека. Мобильность и эффективность предполагают понимание человека как деятельного и творящего существа. Потребность в эффективности и мобильности влечет за собой фундаментальную потребность информационного общества – минимизацию. Именно эта потребность явилась доминирующим фактором возникновения нанотехнологии. Одной из причин необходимости смены технологической парадигмы микротехнологии является значительное усложнение технологического процесса, что весьма напоминает серьезное усложнение теоретических положений в науке при столкновении с многочисленными фактами, не поддающимися описанию средствами существующей теории.

Итак, проблема дальнейшего развития нанотехнологий в значительной степени является проблемой *мировоззренческой*: общество стоит на пороге новой цивилизации, культурные установки которой должны отличаться беспрецедентной конструктивностью (ориентацией на конструктивность и *ответственность* за нее).

Без преувеличения можно сказать, что нанотехнологии – это путь к созданию новой цивилизации с присущими ей новыми ценностями и идеалами. Следует еще раз подчеркнуть, что именно развитие нанотехнологий определит облик XXI века, подобно тому, как открытие атомной энергии, изобретение лазера и транзистора определили облик XX столетия.

Важно иметь в виду, что нанотехнологии должны рассматриваться не только и не столько в качестве еще одной высокой технологии, но как качественно новая *трансдисциплинарная* и *транстехнологическая* сфера креативно-конструктивной человеческой деятельности. В эпоху нанотехнологий человек вступает в синергетическую "ко-эволюцию" с самим собой. В историко-философском плане можно сказать, что в этой "ко-эволюции" заново открываются и сопрягаются две великие системы мироздания: пифагореизм и атоцизм Демокрита ("Числа управляют атомами").

Развитие нанотехнологий сущностным образом затрагивает ряд фундаментальных этических, социальных и культурно значимых проблем философской антропологии, связанных с возможностью создания самовоспроизводящегося искусственного интеллекта, построенного на основе нановычислений (квантовые, наноэлектронные, ДНК-компьютеры), а также с невозможностью однозначного различения между естественным и искусственным в человеке и окружающей его интеллектуализированной и "очувствленной" средой [6]. Все эти проблемы имеют непосредственное отношение к прогнозированию будущего человеческой цивилизации, находящейся в кризисном состоянии "макросдвига", в котором центральное место занимает неуклонно углубляющийся экологический кризис. Расчеты и прогнозы показывают, что на данном этапе развития судьбу цивилизации определит ближайшее поколение людей и, возможно, нанотехнологии как раз и принадлежат роль креативно-конструктивного, защитного фактора человеческого бытия.

Проблематика, связанная с философским осмыслением социокультурных последствий развития нанотехнологий, по своей сути трансдисциплинарна. Дальнейшие исследования в этом направлении должны затрагивать следующие ключевые темы:

- трансформация информационного общества в общество знаний и нанотехнологий;
- общество нанотехнологий в контексте сетевой парадигмы;
- новая социология и экономика общества знаний, основанного на сетевых коммуникативных нанотехнологиях; становление нового "постчеловеческого" мира эпохи бифуркаций и нанотехнологий;
- проблема ценностей мира эпохи нанотехнологий как проблема трансгуманизма;
- интеграция знаний и технологий в контексте нанонауки;
- формирование рынка нанотехнологий как процесса совместного создания потребителем и производителем новых уникальных ценностей.

---

В заключение будет уместным замечание о синергии взаимодействия государства и корпораций во внедрении нанотехнологий. Государство, безусловно, должно формировать заказ на развитие страны, однако специфика данной области

может подразумевать сетевые структуры управления, где достаточная сформированность субъектов может быть связана со следующим обстоятельством: государственные научно-производственные и образовательные структуры, выступая в качестве субъектов управления развитием и внедрением нанотехнологий, могут быть дополнены корпоративными контрагентами, и не только ими, что имеет место в уже достаточно известных и хорошо зарекомендовавших себя схемах государственно-частного партнерства. (Хотя в нашей стране такие схемы недостаточно отработаны, существующие тенденции позволяют предположить для них благоприятную перспективу.) Можно допустить, что здесь особую роль будут играть профессиональные сообщества, причем не в традиционном понимании, а в соответствии с представлениями постнеоклассической науки, т.е. *междисциплинарные* сообщества, объединяемые не узкой общностью квалификационных направлений, но единством исследовательских и конструкторских интересов. В подобных сообществах будет иметь место отход от традиционно понимаемого принципа разделения труда в пользу новых норм и принципов научно-творческой коммуникации. Возможно, такие принципы формируются уже сегодня в достаточно гетерогенных и трансдисциплинарных сообществах специалистов – прообразах профессиональных сообществ будущего, работающих над

нанотехнологиями. Этот факт констатируется рядом исследователей, замечающих, что "в настоящее время нанотехнология уже является междисциплинарной наукой. Возможно, объединения ученых и инженеров будет недостаточно, к ним придется присоединить философов, юристов, теологов и политиков" [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алферов Ж.И., Копьев П.С., Сурис Р.А., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н. Наноматериалы и нанотехнологии. В сб. "Нано- и микросистемная техника: от исследований к разработке." / Под ред. д.т.н., проф. Мальцева П.П. – М., 2005.
2. Абрамян А.А., Беклемышев В.И. и др. Основы прикладной нанотехнологии. / Под ред. проф. Балабанова В.И. – М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2007.
3. Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. – М., 1995, с.30–31.
4. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура. – М., ГУ ВШЭ, 2000.
5. Ковальчук М. Счастливый человек – это ракета с разделяющимися головками, "Известия", 31.08.2007.
6. Дубровский Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект. – М.: Изд. дом "Стратегия-Центр", 2007.
7. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. – М.– СПб., 2007.